

**ESTADO DEL ARTE DE LA LOGÍSTICA INVERSA COMO ESTRATEGIA
AMBIENTAL APLICADA A RAEE**

KELLY YURANY MARTINEZ MUÑOZ

CODIGO: 1.095.929.562

MARIA FERNANDA DOMINGUEZ AMOROCHO

DIRECTORA DEL PROYECTO

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL
BUCARAMANGA, 2016**

TABLA DE CONTENIDO

1. Planteamiento del problema.....	5
2. Objetivos	6
2.1 Objetivo general	6
2.2 Objetivos específicos	6
3. Justificación.....	7
4. Marco referencial	9
4.1 Marco teórico	9
4.1.1 Concepto de logística inversa.	9
4.1.2 Fuentes de abastecimiento internas y externas.	10
4.1.3 Sistemas de información de la logística inversa.	11
4.1.4 Recursos necesarios en el proceso de la logística inversa.	12
4.1.5 Factores claves de éxito en el proceso de logística inversa.	12
4.1.6 Planeación estratégica logística.	14
4.1.7 Cadena de suministro.....	15
4.1.8 Causales de devolución	17
4.1.9 Opciones de recuperación.....	17
4.1.10 Ventajas y desventajas de la logística inversa	19
4.2 Marco histórico	20
4.3 Marco conceptual	22

4.3.1 Logística	22
4.3.2 Logística inversa.....	22
4.3.3 Logística verde	22
4.3.4 Reducir.....	23
4.3.5 Reutilizar	23
4.3.6 Reciclar.....	23
4.3.7 Embalaje	23
4.3.8 Cadena de suministro.....	24
4.3.9 Aparatos eléctricos y electrónicos (AEE).....	24
4.3.10 Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).....	25
5. Generalidades de la logística inversa	26
5.1 ¿Que es logística inversa?.....	26
5.2 Objetivos de la logística inversa	28
5.3 Flujos en el sistema logístico de la empresa	29
5.4 Logística para la recuperación y logística de devoluciones.....	31
5.5 Actores en la logística inversa	33
5.6 Procesos de la logística inversa.....	34
5.6.1 Recolección.	35
5.6.2 Inspección, selección y clasificación de los productos recuperados.	36
5.6.3 Recuperación económica del producto.....	36

5.6.4 Transformación, tratamiento o disposición final.....	37
5.6.5 Transporte.....	38
5.6.6 Almacenamiento.....	38
5.7 Incertidumbre en los sistemas de logística inversa.....	38
5.7.1 Incertidumbre cuantitativa.....	39
5.7.2 Incertidumbre cualitativa.....	40
5.7.3 Incertidumbre temporal.....	40
5.7.4 Incertidumbre de localización.....	41
5.8 Diseño de la función inversa de la logística (DFIL).....	41
5.8.1 Ingeniería logística.....	41
5.8.2 Logística de fabricación.....	41
5.8.3 Diseño de envasado y embalaje.....	41
5.8.4 Diseño para el transporte.....	41
5.9 Logística inversa como práctica de Responsabilidad Social Empresarial (RSE).....	42
5.10 Logística inversa como fuente de producción sostenible.....	44
6. La logística inversa y su relación con el medio ambiente.....	46
6.1 Logística inversa y logística verde.....	46
7. Aplicación de logística inversa a RAEE a partir de la gestión integral y sostenible de residuos sólidos.....	49
7.1 Composición y características de los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE).....	52

7.2 Panorama nacional	53
7.3 Panorama internacional.....	55
7.4 Normatividad sobre RAEE en Colombia.....	56
7.5 Clasificación según la unión Europea.....	56
7.6 Clasificación según la producción, comercialización y consumo	57
7.7 Impactos negativos de los RAEE.....	58
7.7.1 Incineración no controlada.	58
7.7.2 Residuos enviados al relleno sanitario.....	58
7.7.3 Reciclaje informal.....	58
7.8 Empresas nacionales que dan manejo a los RAEE.....	59
8. Casos de aplicación de la logística inversa	61
8.1 Aplicaciones a nivel nacional	61
8.2 Aplicaciones a nivel internacional	63

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Proceso de Planeación Estratégica Logística	15
<i>Figura 2.</i> Posibles logísticas de suministro en un proceso de Logística inversa	16
<i>Figura 3.</i> Pirámide de las opciones de recuperación de los residuos sólidos.....	18
<i>Figura 4.</i> Flujos en el sistema logístico de la empresa.....	30
<i>Figura 5.</i> Logística para la Recuperación y Logística de Devoluciones.....	33
<i>Figura 6.</i> Procesos de la logística inversa	35
<i>Figura 7.</i> Componentes para el diseño de la función inversa de la logística (DFIL).....	42
<i>Figura 8.</i> Logística verde y su relación con logística inversa	48
<i>Figura 9.</i> Integración de la logística inversa y la gestión de residuos sólidos	50

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Avances de la logística inversa.</i>	21
Tabla 2. <i>Principales causas que generan la devolución de un producto.</i>	31
Tabla 3. <i>Empresas en Colombia que dan manejo a los RAEE.</i>	59

RESUMEN

El presente trabajo se realiza con el fin de describir el estado del arte de la logística inversa como estrategia ambiental, mediante la descripción de actividades que contribuye a la buena utilización de los RAEE, llevándolos por procesos como lo son: la reutilización, la re-fabricación y el reciclaje.

La gestión de residuos es uno de los campos más importantes para todas las empresas; actualmente se implementa la producción limpia, reducción de materias primas, con el fin de disminuir la cantidad de residuos generados durante su actividad económica y gestionar su eliminación.

Algunas empresas han ido tomando conciencia de las oportunidades que plantean los productos desechados por los consumidores; en este caso los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. La recuperación de estos productos fuera de uso estaría generando un beneficio para las empresas y, simultáneamente, se estaría dando solución al problema de la adecuada eliminación de los residuos resultantes en el consumo; es allí donde se propone la aplicación de la logística inversa para realizar el manejo adecuado de los productos.

En primera instancia, el proceso de Logística Inversa comienza con realizar un reconocimiento de la situación; fase en la cual se hace oficial el hecho de que se está a punto de recibir un producto proveniente de un cliente, sea éste interno o externo. A continuación se lleva a cabo una recuperación o distribución inversa (Carter & Ellram, 1998) del artículo en cuestión, trasladándolo físicamente a un lugar donde la empresa pueda disponer de él sin implicar que se tome acción alguna con respecto a éstos. Una vez se tiene el ítem, se puede proceder a su revisión, y así tomar la decisión adecuada acerca de lo que se va a hacer con él. En esta fase cabe considerar los factores clasificación y consolidación (Trebilcock, 2002) , de forma que se facilite

la ejecución de estas actividades por medio de la disminución del número de destinos de la mercancía y la reunión de los productos para buscar el mejor destino. Entre las opciones de decisión se mencionan: refabricación, renovación, reutilización, reciclaje, eliminación y reingeniería.

INTRODUCCIÓN

La presente revisión del estado del arte de la logística inversa como estrategia ambiental, pretende describir y analizar desde un enfoque conceptual los procesos y aplicaciones que se le da a los aparatos eléctricos y electrónicos cuando estos han culminado su ciclo de vida.

La metodología utilizada consiste en la revisión, análisis de artículos, libros y casos de estudio relacionados con el tema que permitan demostrar la gestión adecuada de los productos; se pretende mantener un interés hacia la recuperación del medio ambiente mediante la reutilización, la re-fabricación y el reciclaje.

El origen de la logística inversa se explica desde el momento en que los empresarios deben atender: el retorno o devolución de las mercancías, el reciclaje de envases, restos de embalajes, desperdicios peligrosos, tratamiento de productos obsoletos o de inventarios estacionales, en cualquier eslabón de la cadena de suministro, procurando que su recuperación sea efectiva y económica. (Ballesteros & Ballesteros, 2006, pág. 315)

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente la logística inversa parte desde el consumo de los diferentes productos hasta el punto de origen, en donde lo primordial es lograr articular la gestión de los residuos sólidos a partir de la reparación y recuperación de contenidos, de esta manera lograr disminuir la contaminación y reducir los costos.

Actualmente se utiliza esta metodología inversa la cual implementa los mismos canales de distribución pero al revés, a esta adaptación de reingreso de productos o embalajes se le conoce como logística inversa (Don & Doldan, 2010).

La logística inversa genera grandes beneficios en las empresas que la emplean porque obtienen productos limpios a partir de lo que algunos llaman (desechos) que normalmente

terminan su ciclo de vida en un relleno sanitario, incrementando la afectación al ambiente y disminuyendo la disponibilidad de los recursos naturales.

1. Planteamiento del problema

“Desde hace ya algunas décadas se ha empezado a observar la importancia que tiene, desde el punto de vista ambiental y desde el punto de vista económico, la gestión responsable y adecuada de los residuos industriales” (Rubio, 2003); es decir las empresas implementan cada vez nuevas tecnologías que sean amigables con el ambiente y que generen beneficios como la reducción de materias primas para la fabricación de productos limpios con mejores características y con menor carga contaminante.

La gestión adecuada de los residuos sólidos implica grandes costos; por esta razón algunas empresas aún no toman conciencia de las consecuencias que trae el deterioro de los recursos naturales pues representan una gran inversión que no están dispuestos a asumir y prefieren seguir contaminando que optar por nuevas alternativas de producción limpia. En este sentido es de vital importancia demostrar que la logística inversa es una metodología eficiente y fácil de implementar en cualquier organización y así obtener grandes beneficios económicos y ambientales.

La globalización ha incrementado la demanda de equipos electrónicos; ello provoca que las compañías del sector adopten estrategias cada vez más agresivas en cuanto a innovación de productos, en especial aquellos relacionados con las tecnologías de la información. Lo anterior ha resultado en ciclos de vida cada vez más cortos para los productos electrónicos y en consecuencia en un aumento notable en el volumen de desechos de estos productos (Arroyo, Villanueva, Gaytan, & Garcia, 2012, pág. 11).

Debido al consumo de dichos electrodomésticos en los hogares de todo el mundo, se está generando una preocupación por conservar los recursos naturales porque algunos de estos aparatos contienen materiales tóxicos que afectan el suelo, el agua, la atmosfera, entre otros.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Describir el estado del arte de la logística inversa como estrategia ambiental aplicada a residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

2.2 Objetivos específicos

- Describir las generalidades y procesos de la logística inversa.
- Evaluar las alternativas existentes para el aprovechamiento de los componentes de aparatos eléctricos y electrónicos que culminan su ciclo de vida.
- Identificar las empresas nacionales e internacionales que aplican la logística inversa como estrategia ambiental en residuos de aparatos eléctricos y electrónicos para la conservación del medio ambiente.

3. Justificación

Esta revisión se plantea teniendo en cuenta la problemática que se da respecto a la disposición final de los componentes de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos; por tal razón se describe el estado del arte de la logística inversa, un modelo eficiente y fácil de interpretar que permitirá garantizar la correcta disposición de los mismos.

El objetivo principal de la logística inversa, es recuperar y prolongar el ciclo de vida que a su vez traerá beneficios económicos, sociales y ambientales; teniendo en cuenta que habrá una disminución en residuos expuestos a la intemperie, disminuyendo la afectación que se da al medio ambiente y la salud de las personas. El reciclaje y la reutilización no solo contribuyen a generar ganancias a las empresas sino que reducirán los impactos al medio ambiente que estos materiales o componentes están causando.

Debido a las tendencias actuales en cuanto al desarrollo e innovación de las tecnologías de la información, el ciclo de vida de los equipos electrónicos se ha reducido considerablemente, lo que ha resultado en la generación de grandes volúmenes de residuos (*e-waste*) que pueden provocar serios problemas ambientales debido a la toxicidad de algunos de sus componentes. Esta problemática ha atraído la atención de gobiernos, empresas y consumidores que buscan diseñar estrategias para el control y disposición adecuada de estos residuos en un esfuerzo para proteger el medio ambiente. (Arroyo et al, 2012, pág. 9)

La gestión integral de los residuos sólidos es uno de los campos más importantes para todas las empresas; actualmente se implementa la producción limpia, reducción de materias primas, con el fin de disminuir la cantidad de residuos generados durante su actividad económica y gestionar su eliminación.

Para el caso de Colombia, donde el comercio exterior es muy importante, debe tenerse en cuenta que si los productos y materiales están siendo retornados a las empresas para su reparación, reciclaje, refabricación o reventa, la logística inversa requiere mayor atención, pues se trata de un proceso aún más complejo, ya que deben considerarse aquellas empresas que realizan exportaciones; así, la gestión de una devolución a través de la red internacional y los costes que ésta conlleva son muy superiores, lo que reduce los beneficios, todo esto sin mencionar los aranceles. (Mihi, 2007, pág. 57)

La aplicación de logística inversa debe realizarse principalmente a productos que se comercializan a nivel nacional, pues los costos de retorno son menores a los enviados desde otro país para su debida reutilización.

“Cada vez existen más razones que motivan la logística inversa internacional, por lo cual, en algunas ocasiones, el producto retornado puede ser vendido, recuperándose parte del coste de producción y de transporte (Rogers, 1998).

4. Marco referencial

4.1 Marco teórico

4.1.1 Concepto de Logística Inversa.

“Existen muchas opciones para definir el concepto de logística inversa. Un punto inicial de partida puede ser el que toma la definición directa propuesta a finales de 1998 por el Council of Logistics Management (CLM) *” (Ballesteros & Ballesteros, 2006).

La logística es aquella parte del proceso de la cadena de suministro que planea, implementa y controla el flujo y almacenamiento de productos y servicios y su transformación relacionada, desde el punto donde se originan hasta el punto donde se consumen, en forma eficiente y al menor costo posible, para satisfacer los requerimientos de los clientes. (Ballesteros & Ballesteros, 2006, pág. 316)

A partir de lo mencionado por Ballesteros & Ballesteros (2006) la logística inversa es el proceso encargado de proyectar, implementar y controlar los flujos de materia prima que van desde el consumidor, hasta el punto de origen; con el fin de lograr la eficiencia, economía y calidad.

Se puede indicar que esta logística es llamada inversa, debido que el flujo del producto, la información y el dinero van en dirección contraria desde el punto de uso al de origen o reproceso, lo cual es contrario al flujo tradicional de la cadena de suministro que es desde el punto de origen (empresa-proveedor) hasta el punto final (distribuidores-clientes). Finalmente, se debe considerar que el diseño e implementación de sistemas de logística inversa dependen de los objetivos que establezcan las empresas y sus actores asociados,

* Council of Logistics Management (CLM): Es una organización no lucrativa de personal comercial que está interesado en mejorar sus habilidades en logística y en la dirección de la cadena de suministro. El Concilio trabaja en cooperación con la industria privada y varias organizaciones con el propósito de comprender y desarrollar del concepto de la logística.

con el fin de generar valor y reducir costos con los productos recuperados (Gómez, 2010, pág. 66).

Teniendo en cuenta lo mencionado por Gómez (2010), la logística inversa es el proceso que va desde el cliente hasta el fabricante, recuperando los residuos obtenidos y transformándolos para la incorporación a la cadena de suministro.

Las definiciones de diferentes autores varían de acuerdo al enfoque que se le quiera dar, sin embargo lo primordial es que va desde el punto final al punto de origen; proceso contrario a la logística tradicional donde no se tienen en cuenta las devoluciones o la recuperación que se le realiza al producto.

4.1.2 Fuentes de Abastecimiento Internas y Externas.

a. Fuentes de abastecimiento internas

Cualquier departamento o área de las empresas es una potencial de abastecimiento en la logística inversa. Obsérvese que allí en la parte administrativa por sus respectivos procesos se generan infinidad de documentos que con el tiempo, la gran mayoría se convierten en archivos en desuso, sin contar el desperdicio de papelería y accesorios de oficina. (Ballesteros & Ballesteros, 2006, pág. 316)

Durante el desarrollo de diferentes actividades en la empresa se generan residuos, de los cuales se puede implementar el concepto de logística inversa, reduciendo, reciclando y reutilizando.

b. Fuentes de abastecimiento externas.

Están constituidas por organizaciones cuyos sistemas de producción son similares o afines. Otra forma de conocer las fuentes de abastecimiento está dada por la aplicación de la logística inversa durante el proceso de producción (fuente interna) o después del

consumo o de la venta (fuentes externas). Así, la logística inversa llega hasta los clientes intermedios o finales, supermercados, hipermercados, e incluso los proveedores de dinero y portadores (Ballesteros & Ballesteros, 2006, pág. 316).

El abastecimiento externo comprende la oferta que existe fuera de la organización y que puede satisfacer las necesidades de la empresa, dejando así en evidencia la capacidad para cumplir con la producción y lineamientos establecidos, ofreciendo productos con calidad y eficiencia.

4.1.3 Sistemas de información de la logística inversa.

Para el objetivo de la Logística, un sistema de información se puede definir como un conjunto ordenado y formal de componentes, capaz de realizar o permitir la realización de operaciones de procesamiento de datos con los siguientes propósitos:

- Llenar las necesidades de procesamiento de datos correspondientes a aspectos legales y a las transacciones entre los componentes de la cadena de suministros.
- Proporcionar información a los administradores, en apoyo a las actividades de planeación, control y toma de decisiones.
- Generar una gran variedad de informes, según se requiera tanto para el cliente interno como para el externo. (Ballesteros & Ballesteros, 2006, pág. 317)

El sistema de información de logística inversa debe generar informes sobre:

- Relación detallada de los productos, partes o insumos provenientes de las diferentes fuentes.
- Clasificación de los elementos recibidos según las fases establecidas en el proceso de logística inversa.

- Información de los resultados de cada fase y sus respectivos productos: relación de suministros secundarios de productos o bienes físicos obtenidos a partir del reproceso; relación del suministro secundario de insumos provenientes del reciclaje; descripción del suministro secundario de partes, producto de la reutilización e informe completo sobre el destino final de los elementos destruidos.
- Información sobre los procesos administrativos inherentes a estas fases. Incluyen entre otros: indicadores de costos logísticos y los indicadores de gestión del proceso de la logística inversa. (Ballesteros & Ballesteros, 2006, pág. 318)

4.1.4 Recursos necesarios en el proceso de la logística inversa.

A partir de lo mencionado por Ballesteros & Ballesteros (2006) las actividades requieren recursos propios para realizar correctamente el proceso de logística inversa.

La dirección de las organizaciones debe definir la asignación de los siguientes recursos al proceso:

- Tiempo que se debe destinar para su ejecución.
- Presupuesto que puede asignar para el desarrollo del programa de trabajo.
- La cantidad de personas que serán responsables del desarrollo del proceso.

4.1.5 Factores claves de éxito en el proceso de logística inversa.

Se pueden describir así:

a. Administración y control

Los procesos deben ser monitoreados para ser comprendidos en toda la cadena de suministros en el menor tiempo posible, con el fin de reducir los costos en cuanto logística.

La información puede ser de dos clases:

- De seguimiento: puede ser diaria o semanal, cuya finalidad es conocer la evolución de la actividad comparada con el presupuesto.
- De control: cuando se detectan inconsistencias mediante el análisis del comportamiento de los parámetros registrados (Ballesteros & Ballesteros, 2006).

b. Indicadores de desempeño

Puede implementarse un sistema ABC o sistema de costeo basado en actividades, que implica un proceso de asignación en dos etapas: la primera, asigna los costos generales del proceso a unos grupos de actividades de costos, como la recepción y clasificación de los productos en los centros de acopio, la expedición de las respectivas órdenes de trabajo, entre otras. En la segunda etapa los costos se asignan de esos grupos a las actividades basadas en el número o cantidad de actividad relacionada en el grupo requerida para su terminación o destinación final (Ballesteros & Ballesteros, 2006, pág. 319).

De acuerdo a lo descrito es necesario realizar una evaluación de los costos y verificar el desempeño de la logística inversa; es importante que los clientes sepan del compromiso que tiene la empresa con la conservación del medio ambiente y manejo adecuado de los recursos naturales (Antún, 2004).

c. Aspectos financieros

Fundamentalmente el proceso de logística inversa requiere la asignación de recursos financieros suficientes para llevar a cabo por lo menos las siguientes actividades:

- Hacer la auditoria al proceso en cada eslabón de “la nueva cadena de suministros”.
- Efectuar propuestas de diseño industrial encaminadas hacia la producción más limpia.

- Apoyar la adquisición o contratación de equipos especializados para la recuperación y el reciclaje de los productos o materiales.
- Fortalecer el establecimiento de alianzas estratégicas entre las empresas comprometidas en el proceso. (Ballesteros & Ballesteros, 2006, pág. 319)

4.1.6 Planeación estratégica logística.

La planeación estratégica es el proceso secuencial que debe realizar la empresa para proyectarse y lograr desarrollarse en un ambiente turbulento, veloz, exigente y violento. Para poder afrontar el reto de competir en los mercados, deben adaptarse e interactuar de manera armónica con el entorno. El proceso de formulación de estrategias tiene un conjunto de pasos mediante los cuales la organización analiza su pasado, el presente y establece como la organización espera afrontar el futuro. (Restrepo, Estrada, & Ballesteros, 2010, pág. 90)

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente por Restrepo, et al. (2010), se parte desde el direccionamiento estratégico de la compañía, se interpreta y se aplica en la cadena de suministros para obtener el mayor beneficio económico de acuerdo a los objetivos establecidos. Se visualiza en la **Figura 1**.

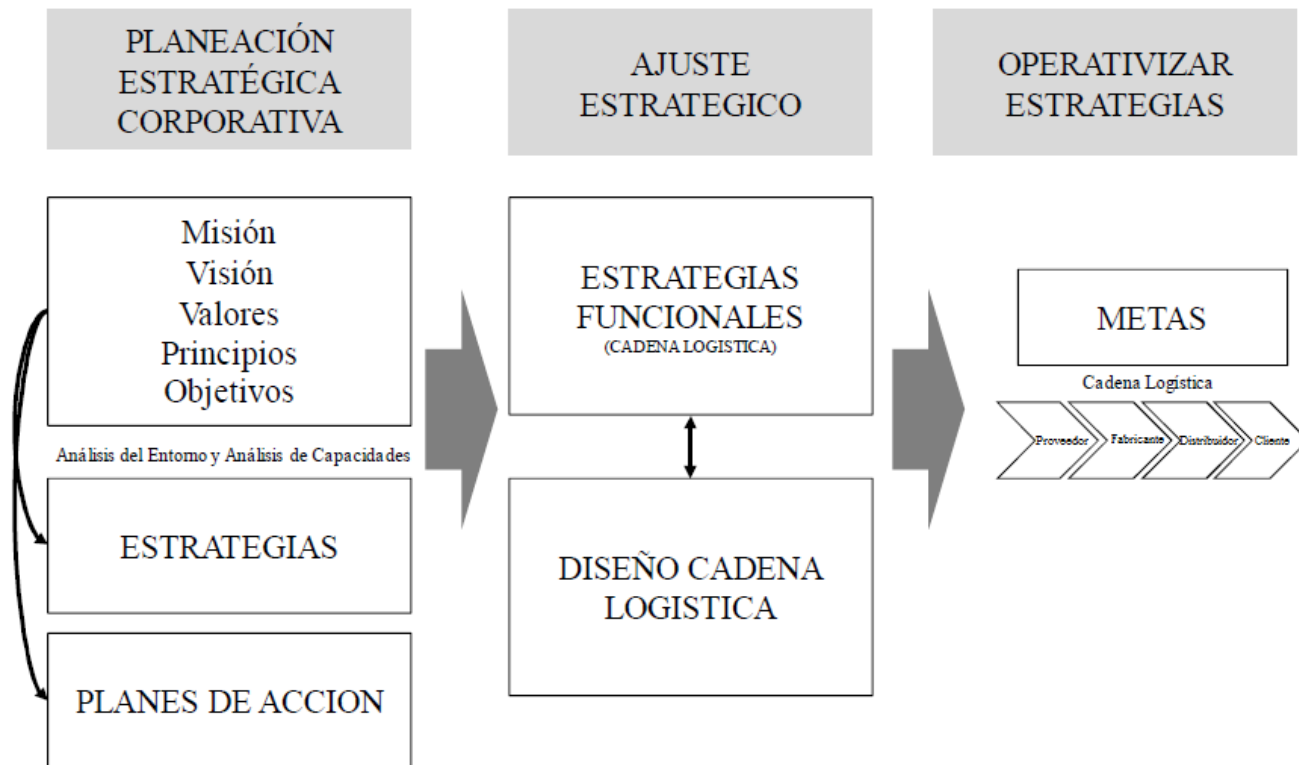


Figura 1: Proceso de Planeación Estratégica Logística

Fuente: (Restrepo et al, 2010)

A partir del gráfico anterior se puede observar que se debe dar cumplimiento a la planeación estratégica corporativa, mediante el análisis del entorno y de capacidades para obtener estrategias funcionales y lograr las metas propuestas por la cadena logística siguiendo el orden: el proveedor, el fabricante, el distribuidor y el cliente; y así lograr una adecuada operatividad.

4.1.7 Cadena de suministro.

Cuando se estudia la logística, se entiende por cadena de suministros, aquella que va desde los proveedores de las materias primas hasta los clientes directos que compran el producto final. Sin embargo, al adicionar el proceso de Logística Reversa, el flujo es más complejo debido a que la cadena de suministros no termina en los consumidores, pues contempla el post-uso. Es realmente un sistema cerrado. Así, existen distintos tipos de

cadena que se manejan en un proceso de Logística Reversa, dependiendo de quién recupera el producto y para qué es recuperado. (Monroy & Ahumada, 2006, pág. 26)

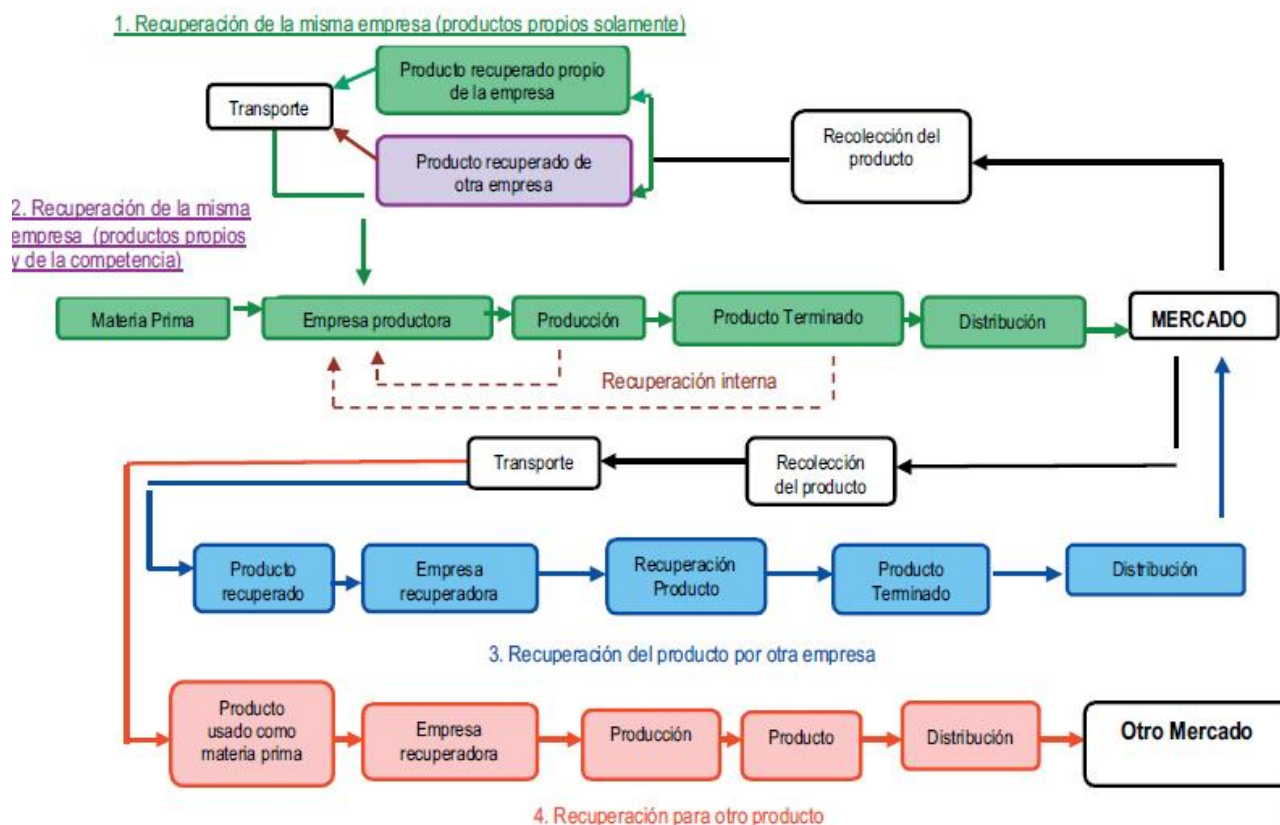


Figura 2. Posibles lógicas de suministro en un proceso de Logística inversa

Fuente: (Monroy & Ahumada, 2006).

Las cadenas de logística posibles son:

- Recuperación de la misma empresa se da cuando el producto es recuperado por la organización productora, por ejemplo: llantas Michelin – Icollantas.
- Recuperación de la misma empresa y la competencia, por ejemplo baterías MAC.
- Recuperación del producto por otra empresa, los residuos se utilizan para la elaboración del mismo producto por ejemplo: Ofipaim, que recupera cartuchos usados para producir un nuevo producto.

- Recuperación para otro producto, en donde el rescate del producto lo realiza otra empresa diferente a la productora y el producto final es distinto al original. Un ejemplo claro lo constituye Tetrapak - Cantonal-Ecoplak, quienes utilizan los empaques usados, para fabricar maderas sintéticas y cartón (Monroy & Ahumada, 2006).

4.1.8 Causales de devolución.

Las devoluciones se pueden dar en diferentes momentos, pues se debe tener en cuenta si son internas o externas de acuerdo a las características que presente el producto, que casi siempre tienen que ver con la calidad, por posibles defectos o publicidad engañosa.

- a. En la Manufactura: Son las devoluciones internas. Pueden ser de productos que fueron rechazados en los controles de calidad, desechos de proceso productivo, etc.
 - b. En la Distribución: Son las devoluciones del producto por parte de los comerciantes debido a defectos en la mercancía, exceso de inventario, bajas ventas, fechas de vencimiento, obsolescencia, etc.
 - c. En el Consumo: Devoluciones que hacen los clientes porque no se cumplen sus expectativas respecto al producto, productos defectuosos, garantías, etc.
 - d. En el Post-consumo: Devoluciones en la etapa de fin de uso del producto. Son realizadas directamente por los usuarios o por intermediarios como los recicladores.
- (Monroy & Ahumada, 2006, pág. 25)

4.1.9 Opciones de recuperación.

Según Monroy & Ahumada (2006) los diferentes procesos que se pueden implementar para recuperar materiales dentro de una organización, con el fin de disminuir la cantidad de residuos que son llevados a los rellenos sanitarios son como se describen a continuación tal como lo muestra la **Figura 3**.

- Reducción en la Fuente: disminuir la cantidad de materiales utilizados para la elaboración de los productos, de esta manera disminuir el impacto generado por la contaminación al medio ambiente debido a sus componentes.
- Reuso: Cuando el producto presente algún defecto, este puede ser reparado y vendido nuevamente después de haber realizado su restauración.
- Remanufactura: Puede incluir además labores de reparación.
- Reciclaje: recuperar los materiales que componen cada producto para reutilizarlos en un nuevo producto o el mismo.
- Incineración: recuperar energía mediante una incineración técnica que no afecte el ambiente, producto del humo generado.
- Disposición final adecuada: es la última opción cuando no se puede realizar ninguno de los ítems anteriormente mencionados, de esta manera dar una disposición en rellenos sanitarios y así disminuir la cantidad de residuos que son almacenados en las cárcavas.

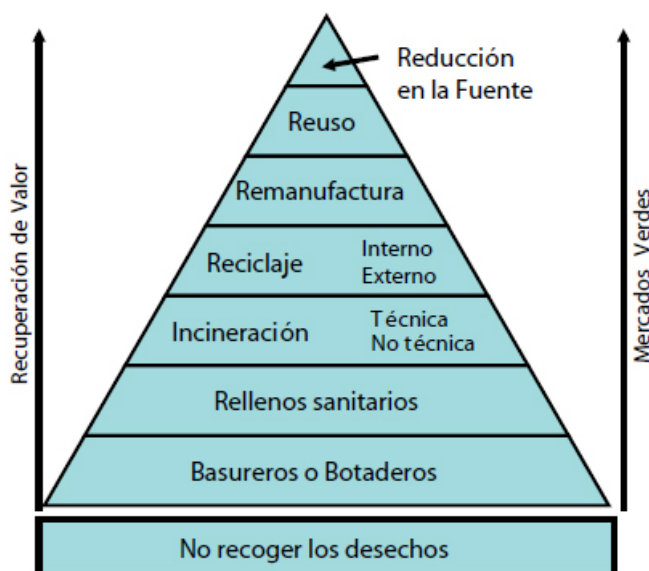


Figura 3. Pirámide de las opciones de recuperación de los residuos sólidos

Fuente: (Monroy & Ahumada, 2006)

4.1.10 Ventajas y desventajas de la logística inversa.

Algunas de las ventajas que trae la implementación de logística inversa en una organización son:

- Beneficios económicos disminuyendo los costos de producción.
- Beneficios ambientales dando cumplimiento a la normatividad ambiental y reduciendo la contaminación y deterioro de los recursos naturales.
- Recuperación de materias primas utilizadas dentro de la organización para la generación de nuevos productos.
- Competitividad frente a las demás empresas que se dediquen a la fabricación de productos con las mismas características.
- Reconocimiento por parte de las diferentes entidades protectoras del medio ambiente, por promover la producción limpia y la reutilización de productos fuera de uso.
- Incremento de clientes debido a la imagen que genera el uso de la logística inversa.
- Responsabilidad social.

Las posibles desventajas o dificultades que se pueden presentar durante la implementación de la logística inversa son:

- Se requiere una investigación previa sobre las políticas del tema.
- La importancia del producto va más allá de la manipulación que se le da.
- Todos los procesos realizados dentro de la empresa deben estar relacionados con las actividades en donde se quiera implementar el concepto de logística inversa.
- Las entradas cuando se ha aplicado la logística inversa son variables, pues no se sabe a ciencia cierta la cantidad de devoluciones que ingresarán.
- Se debe realizar una evaluación minuciosa de cada producto ingresado.

- Las inspecciones deben ser realizadas en cada producto de forma detallada e individual (Cure, Meza, & Amaya, 2006).

4.2 Marco histórico

El origen de la logística inversa se explica desde el momento en que los empresarios deben atender: el retorno o devolución de las mercancías, el reciclaje de envases, restos de embalajes, desperdicios peligrosos, tratamiento de productos obsoletos o de inventarios estacionales, en cualquier eslabón de la cadena de suministro, procurando que su recuperación sea efectiva y económica. (Ballesteros & Ballesteros, 2006, pág. 315)

La historia de la Logística Inversa tiene sus inicios serios, en la década de los años 80 cuando una avalancha de protestas llevadas a cabo por los grupos ecologistas, sacudió a los países industrializados, por los daños causados al medio ambiente, señalando como responsables de esta situación a las grandes cadenas de distribución, quienes alarmados, rápidamente iniciaron la distribución de productos que no dañaran el medio ambiente, los cuales eran complementados con una gran variedad de atractivos y modernos envases. Estos movimientos ecologistas y las fuerzas de la oferta y la demanda en las grandes y pequeñas economías, han impulsado con una fuerza inusitada el mercado del papel reciclado y así hoy en día existe una gran variedad de productos que van desde el papel de oficina hasta bolsas para empacar comidas rápidas, que se elaboran con base en la pulpa de papel reciclado. Esta batalla dada por la conservación del medio ambiente, está enfocada hacia dos campos fundamentales, evitar la tala de árboles y sobre todo disminuir la cantidad y tamaño de rellenos sanitarios o vertederos de basuras como se les conoce comúnmente. (Giraldo, 2008, pág. 1)

Durante los años siguientes se observó el interés por la logística inversa y definirla adecuadamente para lograr implementarla como una parte del proceso dentro de las organizaciones; también se ve el interés por reparar y disminuir el deterioro ambiental y agotamiento de los recursos naturales, implementando tecnologías limpias que generen beneficios a las empresas; es entonces cuando se incorporan estrategias empresariales a partir de un modelo económico socio-ecológico que sea competitivo y conlleve a actividades de recuperación, reciclaje y reutilización.

A continuación en la **Tabla 1**, se muestra la evolución que ha tenido la logística inversa y las definiciones que se han dado con el paso de los años.

Tabla 1. *Avances de la logística inversa.* (Fuente: García, 2006)

Año	Descripción
En los años 50s	El potencial de la logística integradora fue reconocida y el tema de costos fue introducido dentro del concepto.
En los años 70s	Renace el interés por las operaciones internas de una compañía, teniendo en cuenta las tecnologías de la información, a partir de la calidad de las materias primas hasta el cliente final.
En los años 80s	Se integra los movimientos “cero defectos” y TQM (Total Quality Management); de esta manera se comienza a evaluar y reportar las perdidas y la utilización de activos durante la producción. En 1985 el Council of Logistics Management (CLM) define la logística como: “Una parte del proceso de la cadena de suministros que planea, implementa y controla el eficiente y efectivo flujo y almacenamiento de bienes, servicios e información relacionada del punto de origen al punto de consumo con el propósito de satisfacer los requerimientos del cliente”.
En los años 90s	Se expande la definición de Logística inversa teniendo en cuenta la integración de los clientes estratégicos. En 1992 el CLM publica la primera definición sobre logística inversa.
A finales de los 90s	Rogers & Tibben lembke (1998), describen a la logística inversa incluyendo el objetivo y los procesos involucrados: “El proceso de planear, implementar y controlar eficientemente y el costo eficaz de los flujos de materias primas, inventario en proceso, bienes terminados e información relacionada desde el punto de consumo al punto de origen con el propósito de recuperar el valor primario o disponer adecuadamente de ellos”.

Continuación Tabla 1

En el año 2003	EL CLM corrige la definición de logística inversa quedando así: “Una parte del proceso de la cadena de suministros que planea, implementa y controla el eficiente y efectivo flujo y almacenamiento hacia delante y en reversa de bienes, servicios e información relacionada del punto de origen al punto de consumo con el propósito de satisfacer los requerimientos del cliente”.
-----------------------	--

4.3 Marco conceptual

4.3.1 Logística.

La logística se define como: “una función operativa importante que comprende todas las actividades necesarias para la obtención y administración de materias primas y componentes, así como el manejo de los productos terminados, su empaque y su distribución a los clientes” (Ferrel, Geoffrey, Ramos, Adriaenséns, & Flores, 2004).

4.3.2 Logística inversa.

Logística inversa se define como el proceso de planificación, desarrollo y control eficiente del flujo de materiales, productos e información desde el lugar de origen hasta el de consumo de manera que se satisfagan las necesidades del consumidor, recuperando el residuo obtenido y gestionándolo de tal manera que sea posible su reintroducción en la cadena de suministro, obteniendo un valor añadido y/o consiguiendo una adecuada eliminación del mismo (Rogers & Tibben-Lembke, 1999).

4.3.3 Logística verde.

La Logística Verde trata acerca de los intentos de medir y reducir al mínimo el impacto ambiental de las actividades de logística tradicional o inversa. Esta se caracteriza por realizar actividades a favor del medio ambiente mediante. La logística Verde persigue los objetivos de; reutilización de contenedores, reciclar los materiales de embalaje, rediseño de los mismos

embalajes, reducción de materiales, reducción de energía y contaminación respecto a la transportación de productos (Reyes et al, 2008)

4.3.4 Reducir.

Es disminuir la cantidad de productos de consumo. “La reducción de residuos consiste en la toma de medidas de carácter preventivo, para disminuir la cantidad y peligrosidad de los residuos generados. Esta reducción de residuos tiene tres objetivos básicos” (Lara, 2008, pág. 47).

4.3.5 Reutilizar.

“Consiste en el aprovechamiento de partes o componentes de un aparato que ha entrado en desuso” (Quintana & Tarazona, 2011).

4.3.6 Reciclar.

La finalidad del reciclado es mejorar la eficiencia económica, reducir el volumen de residuos y reducir la contaminación; es así como se disminuye la necesidad de utilizar rellenos sanitarios, vertederos, sistemas de incineración o incluso la disposición en cuerpos de agua.

Las diferentes razones por las que se debe reciclar son:

Reducción en la demanda de recursos naturales.

Reducción en la cantidad de residuos que requieren disposición final.

Reducción de la contaminación de los recursos naturales (Pardavé, 2007).

4.3.7 Embalaje.

“Es un recipiente o envoltura que contiene productos de manera temporal principalmente para agrupar unidades de un producto pensando en su manipulación, transporte y almacenaje” (Navas, 2014).

Según lo descrito por Navas (2014) existen tres tipos de embalaje: el primario, aquel que contiene al producto individual, por ejemplo las bolsas plásticas, el enlatado etc.; el secundario es la agrupación de varios embalajes primarios en uno solo, por ejemplo las cajas de cartón, canastas, etc.; el terciario es el encargado de soportar grandes cantidades de embalajes secundarios para su conservación y transporte.

4.3.8 Cadena de suministro.

Macro procesos organizacionales formados por todas aquellas partes involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción de una solicitud de un cliente. Incluye no solamente al fabricante y al proveedor, sino también a los transportadores, almacenistas, vendedores e incluso a los mismos clientes. Una cadena de suministros es una secuencia de procesos que se combinan para satisfacer las necesidades que tiene el cliente de un producto. (Chopral & Meindl, 2008).

- a. Objetivo de una cadena de suministro: Es darle valor agregado a ésta y el valor está ligado a la rentabilidad, por lo tanto es el superávit que se genera entre los ingresos del cliente y los costos totales de la cadena de suministros. Para cualquier cadena de suministros existe una sola fuente de ingresos: el cliente.
- b. Etapas de la cadena de suministro: Una cadena de suministro puede abarcar varias etapas que incluyen: proveedores, fabricantes, distribuidores y finalmente los clientes.
(Restrepo et al, 2010, pág. 90)

4.3.9 Aparatos eléctricos y electrónicos (AEE).

Son los que requieren, transmiten o generan corriente eléctrica para su funcionamiento.

4.3.10 Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).

Son los residuos han sido descartados por defectos encontrados, por descarte o porque se encuentran dañados, entre estos se encuentran computadores, teléfonos celulares, electrodomésticos etc.

5. Generalidades de la logística inversa

5.1 ¿Que es logística inversa?

Según Roggers, Tibben-Lembke (1998) es:

El proceso de planificación, implantación y control de una forma eficiente del flujo de materias primas, materiales en curso de fabricación y productos terminados, así como de la información relacionada, desde el punto de origen, con el objetivo de recuperar el valor de los materiales o asegurar su correcta eliminación.

La logística inversa es entonces trasladar un bien desde el consumidor hasta el fabricante, teniendo en cuenta si es una devolución o un producto fuera de uso; dependiendo su procedencia se toma la decisión de reutilizar o desechar definitivamente.

Existen diferentes actividades que se realizan dentro de la logística inversa, entre ellas se encuentran la recolección de los productos fuera de uso o devoluciones a las empresas por defectos encontrados y el transporte hasta su fabricante; es allí donde se determina que proceso se realizará de acuerdo a las características que posea el producto en mención.

La preocupación global por el desarrollo sostenible ha hecho replantear varios aspectos organizacionales a nivel estratégico, buscando contribuir a la minimización de los impactos negativos al ambiente; para mitigarlos, las cadenas de suministro son responsables de garantizar que su gestión contemple estrategias como la reducción de residuos en la producción de bienes de consumo, las operaciones amigables con el ambiente, el manejo de los mercados secundarios y el cumplimiento de normas ambientales (Kocabasoglu, Prahinski y Klassen, 2007). Los impactos ambientales están presentes en toda la cadena de suministro, desde la gestión logística de las materias

primas hasta que los bienes llegan al consumidor final. (Peña, Torres, Vidal, & Marmolejo, 2013, pág. 227)

Con el paso de los años el tema de logística inversa ha crecido poco a poco teniendo en cuenta la necesidad de las organizaciones por implementar procesos los cuales tengan beneficios económicos, sociales y ambientales; siempre dentro de la normatividad establecida, permitiendo atraer más clientes y con esto demostrar que es posible aplicar nuevas estrategias en donde se conserve la relación entre la sociedad y el medio ambiente. No obstante se logra evidenciar la preocupación sobre el costo adicional para la empresa en el momento de aplicar el proceso; sin embargo es importante realizar siempre un estudio de factibilidad del proyecto, en donde se permita determinar la cantidad aproximada de devoluciones o posibles entradas de productos fuera de uso para su reutilización o reciclaje.

La estrategia de logística inversa hace parte de la cadena de suministro de ciclo cerrado (CSCC), que según Guide y Van Wassenhove (2009) se encarga de controlar, diseñar y operar un sistema para así lograr aumentar la creación de valor sobre el ciclo de vida de un producto; esto se puede realizar mediante el aprovechamiento de acuerdo al tipo y volumen de los retornos. La CSCC integra la logística directa y la Logística inversa porque un producto recuperado se incorpora a la logística directa por medio de la logística inversa (De La Fuente, Ros y Cardos, 2008); esta se realiza desde el punto de consumo, hasta el fabricante, siendo un flujo contrario; al realizar la integración se comparten recursos disminuyendo la contaminación y los costos de producción. (Montoya et al, 2013).

A partir de lo anterior se puede concluir que la logística directa y la logística inversa son similares, la primera va desde el productor hasta el consumidor y la segunda se realiza en

dirección opuesta y tiene en cuenta varios factores para lograr ser un proceso integral con sostenibilidad ambiental, mediante la recuperación y el reproceso de productos que aparentemente han culminado su ciclo de vida.

5.2 Objetivos de la logística inversa

La consecución de ventajas competitivas a través de la Logística Inversa dependerá, en gran medida, de la forma como se recupere el valor que conservan los productos devueltos, desechados por el consumidor o fuera de uso, en general, que fluyen en forma inversa. La recuperación de estos productos tiene como objetivo principal el aprovechar este valor, obteniendo con ello una rentabilidad económica y, a su vez, consiguiendo ventajas competitivas sostenibles. Las actividades que se tuvieron en cuenta como opción de gestión, al ser acciones encaminadas a recuperar valor, son a la vez oportunidades para crear o mantener una estrategia competitiva. (Cure, Meza, & Amaya, 2006, pág. 189).

Según los estudios realizados (Gómez, 2010), la logística inversa busca el manejo adecuado de los productos, información y dinero de cada una de las operaciones que se realizan para recuperar productos que se encuentran fuera de uso, estableciendo objetivos, lineamientos y metas para garantizar productos con las mismas características o mejores a las que inicialmente posee cada uno.

Algunos objetivos encontrados durante el proceso de revisión bibliográfica son:

- a.** Realizar una adecuada planeación, ejecución y control de los flujos de productos, información y dinero entre los diversos procesos considerados dentro de la logística inversa que permitan la generación de valor y reducción de costos en las operaciones de logística inversa.

- b.** Identificar, diseñar, implementar y mejorar procesos eficientes para los productos gestionados en la logística inversa que permitan su reparación para el reuso, recuperación, reciclaje o eliminación con el fin minimizar los impactos ambientales y maximizar los beneficios económicos de la empresa.
- c.** Alinear y coordinar los procesos de la logística inversa con la logística tradicional y la cadena de suministro, apropiando Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) que permitan mejorar las relaciones de sus actores, minimizar costos de operación y mejorar el aprovechamiento de las materias primas y productos disponibles en el medio.
- d.** Minimizar la cantidad de productos a recuperar en la cadena de suministro a través de sistemas de control de calidad de procesos (Seis Sigma y Kaizen), negociación con otros actores de la cadena de suministro como responsabilidad de los retornos de productos, fechas de vencimiento de garantías o recuperación de los productos, etc. (Gómez, 2010, pág. 67).

A partir de las metas establecidas por la empresa se logra plantear cuál de los objetivos mencionados anteriormente es el principal, teniendo en cuenta las debilidades encontradas y posibles soluciones a implementar a partir del retorno del producto o material; es allí donde la responsabilidad ambiental por la conservación y manejo adecuado de los recursos naturales se da a conocer mediante la gestión adecuada de los residuos.

5.3 Flujos en el sistema logístico de la empresa

Existen dos flujos de materiales y productos establecidos en la función logística de las empresas, el flujo directo que va desde el productor hacia el consumidor y el flujo inverso que va del consumidor al productor.

A continuación se describe cada uno de los flujos mencionados anteriormente y se complementa la explicación con la **Figura 4**.

- a. Flujo directo o hacia adelante: que engloba el conjunto de actividades relacionadas con el flujo total de materiales, productos e información desde el productor hasta el consumidor, desde el aprovisionamiento de materias primas hasta la entrega del producto al cliente.
- b. Flujo inverso o hacia atrás: que hace referencia tanto a la recuperación como a la devolución de los productos, subproductos y materiales susceptibles de ser reintroducidos en el proceso productivo de la empresa o en otros procesos diferentes, a las actividades necesarias para ello y al flujo de información que se establece desde el consumidor hasta el recuperador (Rubio, 2003, pág. 35).

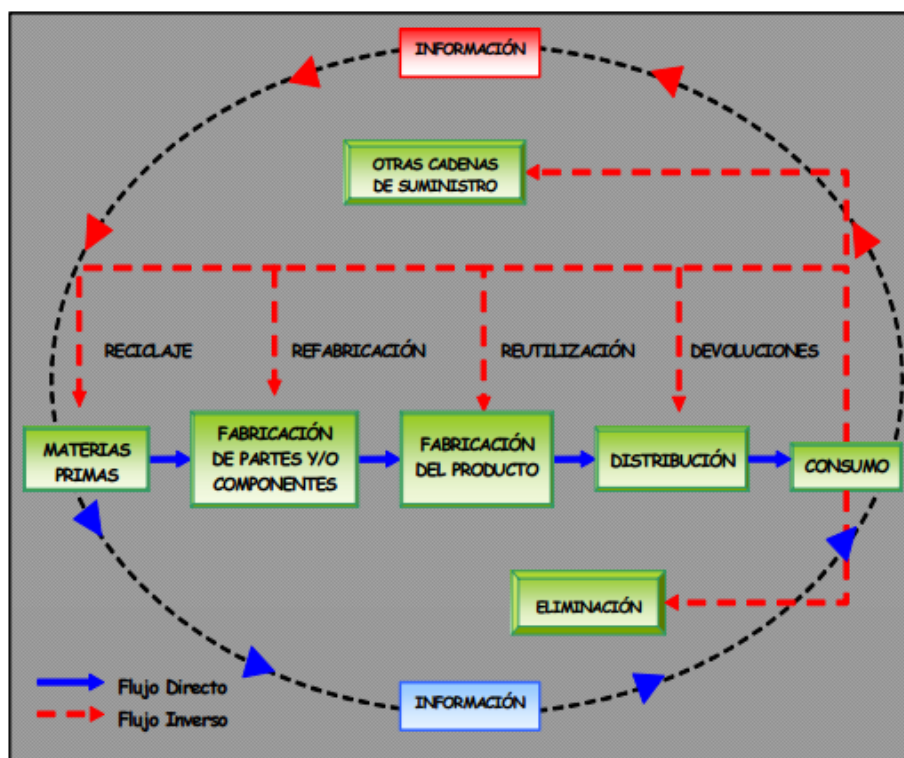


Figura 4. Flujos en el sistema logístico de la empresa

Fuente: (Rubio, 2003)

5.4 Logística para la recuperación y logística de devoluciones.

El flujo de materiales de la logística de devoluciones y la logística de recuperación van desde el consumidor hacia el productor, pues cumple con el concepto de la logística inversa siendo esta la razón por la cual se implementa.

Las referencias al concepto de Logística Inversa se realizan tanto desde el punto de vista de las devoluciones como desde la perspectiva de la recuperación de productos y, generalmente, de una manera excluyente; es decir, la consideración de una función inversa de la logística para la gestión eficiente de las devoluciones, no contempla la posibilidad de utilizar dichos sistema de retorno para recuperar los productos fuera de uso y viceversa (Rubio, 2003, pág. 36).

Uno de los principales motivos por los que las empresas implementan la logística inversa son las devoluciones que los clientes realizan a diario, debido a la inconformidad con el producto pues no satisfacen las necesidades del cliente.

A continuación se describen las principales causas que generan devoluciones (Castán, López, & Núñez, 2012).

Tabla 2. *Principales causas que generan la devolución de un producto.* (Fuente: Adaptado de Castán et al, 2012)

Tipo	Causa
Reparación o servicio	Producto a reparar. Solicitud publica de devolución de un lote de productos. Mantenimiento. Error en el pedido comercial. Error en el pedido (material erróneo). Error en el proceso de entrada. Error en el envío de material. Faltan productos en la entrega. Faltan cantidades en la entrega. Envío duplicado. Pedido duplicado. No existe pedido. Faltan partes.

Continuación Tabla 2

Producto no operativo o defectuoso	Defectuoso en partes visibles No funciona. Defectuoso, no actúa correctamente.
Acuerdos contractuales	Exceso de inventario. Ajuste de inventario. Obsoleto. Caducado.
Otros	Roturas durante el transporte. Varios.

La disponibilidad de una buena cantidad de retornos es importante para apoyar decisiones estratégicas tales como la planeación de la capacidad requerida para el re-trabajo de materiales y la cantidad de materiales reciclados que es posible surtir; asimismo, garantizar el acceso a una buena cantidad de productos retornados es también relevante para lograr economías de escala y balancear la producción. (Arroyo et al, 2012, pág. 11)

Establecer una buena política para la devolución de mercancías es un factor clave desde el punto de vista del cliente, pues genera ventajas competitivas frente a otros productos con las mismas características.

En la logística para la recuperación se realizan actividades como reutilización, refabricación y reciclaje como se muestra en la **Figura 5**.

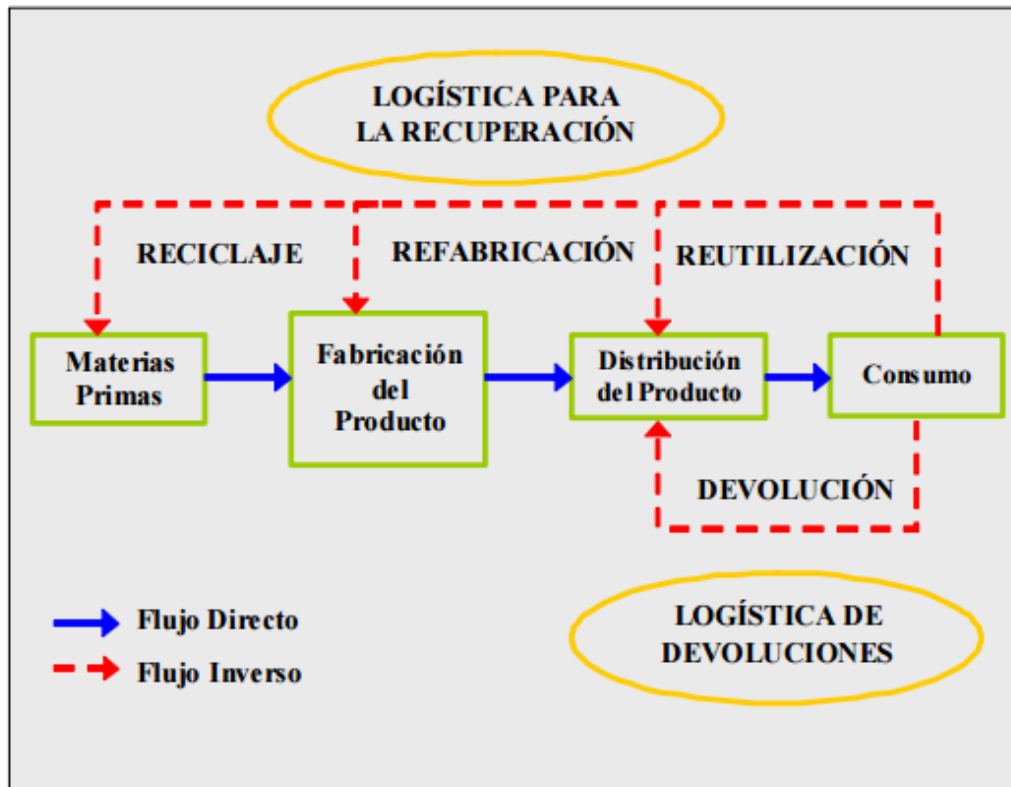


Figura 5. Logística para la Recuperación y Logística de Devoluciones

Fuente: (Rubio, 2003)

5.5 Actores en la logística inversa

En la logística inversa participan actores con diferentes funciones, responsabilidades y niveles estratégicos que permiten lograr sus objetivos, alcanzar los beneficios potenciales y ejecutar los diversos procesos involucrados al mínimo costo y con niveles adecuados de desempeño.

Los actores se pueden clasificar así: (Dekker, Fleischmann, Inderfurth, & van Wassenhove, 2004).

- a. Actores principales, dentro de los cuales, se consideran los proveedores, distribuidores, minoristas, cliente y la(s) empresa(s) responsable de la recuperación del producto o productor.
- b. Actores especializados, los cuales ejecutan los procesos específicos de la logística inversa tales como: prestadores de servicio de transporte, almacenamiento, recicladores, operadores de reprocesamiento o eliminación de desechos.
- c. Actores relacionados, los cuales son organizaciones gubernamentales, ONG ambientalistas, entre otras, que afectan a la logística inversa de la cadena de suministro, etc. (Gómez, 2010, pág. 67)

Los actores deben estar integrados para lograr la logística inversa como estrategia para la recuperación; es importante el desempeño que realiza cada uno para llegar a obtener un producto final eficiente y que satisfaga las necesidades de los clientes.

5.6 Procesos de la logística inversa

Los procesos que realiza la logística inversa permitirán analizar cada una de las actividades para la toma de decisiones estratégicas para la recuperación económica de productos fuera de uso.

El conjunto de procesos tiene como fin según Gómez (2010), facilitar el cumplimiento de los objetivos propuestos, mediante la utilización adecuada de los recursos de una organización y coordinación de los actores que hacen parte de la cadena de suministro. Dichos procesos son como se evidencian en la **Figura 6**: recolección, inspección-selección-clasificación, recuperación del producto, transformación y transporte; entre estos se puede clasificar como los de generación de valor, que son los que contribuyen directamente en la transformación de productos o

materiales y los de apoyo como las tecnologías de la información y comunicación, el transporte y el almacenamiento.



Figura 6. Procesos de la logística inversa

Fuente: Adaptado de Rubio (2003).

5.6.1 Recolección.

Es la recogida de los productos fuera de uso que van desde el cliente, hasta el punto de origen o recuperación de los mismos.

En este proceso se debe establecer el origen- destino de los productos, el tipo de material a recolectar y los medios para realizarlo, con el fin de planear, ejecutar y controlar adecuadamente este proceso, debido que es considerado como crítico para lograr un sistema de logística inversa eficiente y eficaz (Gómez, 2010, pág. 69).

Las cantidades de productos recolectados son inciertas, por lo que requiere eficiencia durante el proceso para lograr obtener el mayor volumen para su recuperación; es de vital importancia que la organización realice un estudio sobre los tipos de productos recolectados para así tener una percepción de su utilidad.

5.6.2 Inspección, selección y clasificación de los productos recuperados.

- Se evalúan las condiciones del producto que ha sido recuperado y se clasifica de acuerdo a sus componentes, de esta manera se logra una visión sobre las posibilidades económicas. Rubio, (2003) menciona que en este proceso se realizan diferentes actividades: el desmontaje, limpieza, pruebas de calidad, separación de componentes o el almacenamiento de estos componentes y materiales.
- La organización debe implementar funciones que permitan llevar un inventario de los productos que son recuperados, también de los que son desmontados para la extracción de componentes.
- Se realizará la eliminación de los productos que no cumplan con la calidad exigida para recuperarlo, ya sea económica o ambientalmente viable, en donde se pueden encontrar residuos tóxicos que afectan los procesos y normalmente son incinerados o llevados a un relleno sanitario dependiendo sus características.

5.6.3 Recuperación económica del producto.

La alternativa de recuperación más apropiada para un artículo devuelto no puede ser planificada con anterioridad porque la calidad que presentará el artículo sólo se conocerá después de las operaciones de desensamblado, inspección y verificación, lo que dificulta las operaciones subsiguientes (Fernández I. , 2005).

A continuación se describen las opciones de recuperación de un producto fuera de uso:

- a. **Reutilización:** Cuando el producto es utilizado nuevamente sin necesidad de realizar ningún proceso; se da cuando solo el empaque se encuentra en mal estado o en productos que son reutilizables.

También es llamado recuperación directa, en donde el producto recuperado puede ser fácilmente devuelto a producción.

- b. Refabricación: Rubio (2013) menciona que al recuperarse las de partes y componentes del producto fuera de uso, se podrá realizar una nueva fabricación; de manera que la calidad de los que son refabricados sea igual a la de los fabricados con componentes originales.
- c. Reciclaje: se realiza una recuperación del material con el que está fabricado el producto fuera de uso, de esta manera pierde su identidad durante el proceso. Los niveles de calidad del producto elaborado con materiales reciclados pueden alcanzar a los de los productos originales. (Rubio, 2003, pág. 44)

“Es una de las opciones más prometedoras en un futuro de cara a resolver el problema de los productos al final de su vida útil” (Don & Doldan, 2010).

5.6.4 Transformación, tratamiento o disposición final.

En la investigación realizada por Gómez (2010) se describe como el proceso encargado de transformar o tratar los residuos recuperados en productos que se pueden reusar para el uso industrial o convertirlos a un estado que cumpla con las normas establecidas para la conservación del medio ambiente.

En la transformación del producto se puede realizar un reparación total que consiste en volverlo funcional y reutilizable para el cliente; recuperación de una parte del producto para convertirlo en un nuevo producto o reciclaje, de esta manera puede ser llevado al relleno sanitario y evitar la inadecuada disposición de residuos que pueden afectar los recursos naturales.

5.6.5 Transporte.

La optimización de rutas de transporte para la recolección e innovación en la manipulación de materiales, es una ventaja en la disminución de efectos ambientales, reduciendo costos teniendo en cuenta la eficiencia de los procesos (Peña et al, 2013).

Una vez que se realiza el proceso de recuperación y transformación se procede con la distribución, es allí donde se debe definir el mejor medio de transporte y tamaño del mismo, de acuerdo a las características del producto y rutas de distribución definidas.

Durante el transporte del producto se genera cierta preocupación por la contaminación atmosférica debido a los gases liberados; la organización debe implementar tecnologías limpias o un monitoreo constante a los vehículos encargados de este proceso.

5.6.6 Almacenamiento.

Es utilizado para guardar de forma temporal los productos, materiales o residuos por periodos de tiempo programados y controlados; se realiza después del proceso de recolección y transporte o antes de la transformación o disposición final del producto en un relleno sanitario (Gómez, 2010).

Se sugiere realizar una clasificación dentro del almacén, de acuerdo a los componentes de cada producto, teniendo en cuenta sus propiedades y así evitar posibles accidentes.

5.7 Incertidumbre en los sistemas de logística inversa

A menudo las devoluciones comerciales y los retornos se ven afectados por la incertidumbre sobre la cantidad que retornará y el tiempo cuando sucederá. La precisión en esta información, tendrá un impacto importante en la gestión de inventarios y en la disminución de costos logísticos. Es importante para las empresas, monitorear los

retornos e investigar las razones por las cuales suceden. (Flórez, Toro, & Granada, 2012, pág. 163).

Cuando se habla de los procesos que realiza la logística inversa, se debe mencionar la incertidumbre en los suministros de productos que se puede dar por diferentes situaciones, entre ellas la información relativa de las cantidades, estado y tipología de los productos que serán devueltos; es allí donde se debe tener un control del inventario y así realizar aproximaciones de las futuras entradas.

Las fuentes generadoras de incertidumbre según Rubio (2003) asociada a los procesos de recuperación de productos fuera de uso son:

- a. Cantidad de productos recuperados (Incertidumbre Cuantitativa).
- b. Calidad de los mismos (Incertidumbre Cualitativa).
- c. Momento de la recuperación (Incertidumbre Temporal).
- d. Lugar de recuperación (Incertidumbre de Localización).

5.7.1 Incertidumbre cuantitativa.

Es cuando existe un desconocimiento total o parcial sobre la cantidad de productos que se recuperaran en el proceso de logística inversa.

La incertidumbre cuantitativa se puede reducir de la siguiente manera:

- a. La cantidad de productos que pueden recuperarse tiene una cota superior establecida en el número total de artículos que el productor ha puesto en el mercado.
- b. Cuando los productos son muy diferenciados, como por ejemplo productos tecnológicamente avanzados, suele ser más habitual que la gestión de su recuperación la realice el propio fabricante, eliminando de esta forma eslabones en la cadena de recuperación que añaden aún más incertidumbre en el proceso de retorno.

- c. Si además la propiedad del bien sigue siendo del fabricante, como sucede en las operaciones de leasing, esta incertidumbre cuantitativa se reduce significativamente.
- d. La implantación de sistemas de bonificación para los clientes que recuperan los productos fuera de uso (sistemas buy-back), suponen un incremento del volumen de entrada de estos productos, aproximándolo a su nivel máximo y posibilitando la consecución de economías de escala (Rubio, 2003, pág. 90).

5.7.2 Incertidumbre cualitativa.

Se refiere a las características de calidad que posee el producto fuera de uso que retorna; se realiza la respectiva evaluación y se determina cual es la mejor forma para recuperarlo.

Rubio (2003) menciona que la empresa puede implementar ciertas acciones para reducir este tipo de incertidumbre como se describen a continuación:

- a. Mejorar el diseño de los productos para facilitar el desmontaje y lograr identificar fácilmente los componentes.
- b. Realizar un seguimiento al producto en manos del cliente que permita al fabricante conocer su nivel de calidad, se tendrá en cuenta la información suministrada por los técnicos, servicios posventa, entre otros.
- c. Fomentar la recuperación de productos tecnológicamente avanzados que son los que con mayor probabilidad incorporarán mayor valor agregado y estarán en mejor estado de conservación dado su corto ciclo de vida.

5.7.3 Incertidumbre temporal.

Este tipo de incertidumbre se da cuando no se tiene conocimiento del momento exacto en que se realiza la recuperación; se sugiere establecer periodos de recuperación donde se le dé un incentivo al cliente y aprovechar los servicios posventa.

5.7.4 Incertidumbre de localización.

Es el desconocimiento que tiene el recuperador acerca del lugar donde se realizará la recuperación de los productos, es muy importante que se encuentre definido pues facilita el proceso.

5.8 Diseño de la función inversa de la logística (DFIL)

El objetivo principal es optimizar la recuperación de los productos fuera de uso y establecer un sistema capaz de cumplir con lo propuesto. Rubio (2003) lo divide en los siguientes subsistemas: ingeniería logística, logística de fabricación, diseño de envasado y embalaje y diseño para el transporte; a continuación se describe detalladamente cada uno:

5.8.1 Ingeniería logística.

Proceso encargado de cumplir los requerimientos de calidad del producto final, en cuanto a funcionamiento, tamaño, peso, seguridad, fiabilidad, impacto medioambiental, etc.

5.8.2 Logística de fabricación.

Se caracteriza por realizar el análisis y el diseño de cada una de las actividades del proceso como el tipo, las dimensiones, la distribución, los materiales, la localización, entre otros.

5.8.3 Diseño de envasado y embalaje.

Encargado de realizar la imagen del producto con sus respectivas especificaciones, que sea atractivo para el cliente y cumpla con sus necesidades y así lograr aumentar las ventas, ser competitivo y fijar el producto en el mercado.

5.8.4 Diseño para el transporte.

Encargado de realizar el mejor diseño para el traslado de la mercancía, teniendo en cuenta reducción de costos y disminución de contaminación ambiental debido al combustible utilizado en el transporte; de esta manera se logrará ser competitivos y obtener mayor demanda.

En la **Figura 7** se puede observar los componentes del flujo del diseño de la logística directa y la logística inversa, siendo el flujo inverso parte del diseño de la logística; mediante estos subsistemas se logra recuperar los productos de manera eficiente.

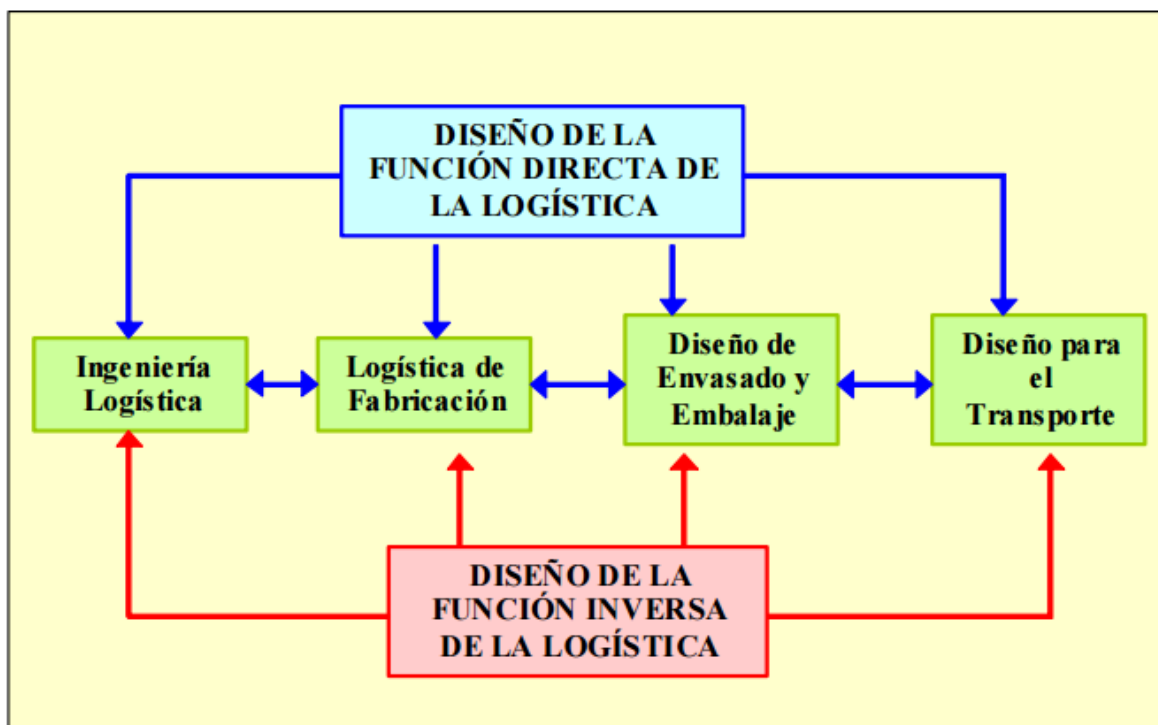


Figura 7. Componentes para el diseño de la función inversa de la logística (DFIL)

Fuente: (Rubio, 2003)

5.9 Logística inversa como práctica de Responsabilidad Social Empresarial (RSE)

La responsabilidad social es el conjunto de prácticas que buscan generar beneficios sociales, éticos, ambientales y económicos generando competitividad y bienestar para la empresa; de esta manera demostrar el crecimiento y sostenibilidad (Gómez, Correa, & Vásquez, 2012).

Según Gómez et al. (2012) se debe realizar un análisis de cómo orientar las estrategias y actividades de la logística inversa como practica de RSE que permitan a la organización generar una ventaja competitiva y beneficiar a las partes interesadas dentro de la cadena de suministro como se describen a continuación:

- a. Medio ambiente:** Diseñar e implementar procesos logísticos amigables con el medio ambiente, utilizar prácticas de producción más limpia u orgánica, promover políticas medioambientales en la negociación a nivel de proveedores, productores, distribuidores, minoristas y clientes finales, entre otros.

Diseñar planes de logística inversa que consideren los tratamientos o posibles usos de los productos en las diferentes etapas del ciclo de vida que permita reducir los impactos en el medio ambiente y aumentar la recuperación del valor del producto.

- b. Seguridad:** Promover un ambiente seguro dando a cada empleado los elementos de protección personal necesarios para desempeñar su labor dentro del proceso de logística inversa; fomentar el desarrollo y promoción de prácticas de seguridad y la cadena de suministro.
- c. Códigos y normas:** Certificarse en la norma internacional ISO 14001: 2004 que garantice una operación responsable con el medio ambiente y la comunidad; se debe considerar la As 8000 y la ISO 26000 como prácticas de responsabilidad social y empresarial.
- d. Responsabilidad financiera:** Realizar estudios sobre costos y rentabilidad de los procesos de la logística inversa e incluir impactos económicos de los procesos logísticos en el medio ambiente y la comunidad.

Desarrollar estudios de costos y rentabilidad de los diferentes procesos de la logística inversa; incluir en los estudios impactos económicos de los procesos logísticos en el medio ambiente y la comunidad; realizar acuerdos financieros transparentes que no afecten al actor con que se realice la negociación, ni al gobierno ni a la comunidad en general.

- e. Derechos humanos y éticos: Cumplir con la normatividad legal y con las alianzas establecidas con los socios y actores de la empresa; verificar que los procesos no afecten la salud y bienestar de los empleados, comunidad y los clientes; fomentar el respeto a los derechos humanos y tratar con respeto y dignidad a los empleados.
- f. Comunidad: Desarrollar los procesos de logística inversa sin generar impactos en la salud y bienestar de la comunidad, generando beneficios económicos, sociales y sostenibles, fomentar la participación activa de la comunidad y desarrollar campañas sociales y reinversión en la comunidad.

5.10 Logística inversa como fuente de producción sostenible

“En las empresas de manufactura uno de los aspectos fundamentales en su organización es definir su estrategia de producción. La estrategia de producción debe estar en un todo de acuerdo con la estrategia competitiva de la empresa” (Bustos, 2015).

Según Bustos (2015), la estrategia que adopte una empresa debe tener cuatro objetivos básicos; costo, calidad, flexibilidad y plazo de entrega.

El costo de producción incluye mano de obra, materiales, costos fijos y variables que intervienen en la transformación del producto. La calidad de los materiales utilizados para la fabricación del producto determina la calidad final; siendo la norma ISO 9001:2007 la encargada de la estandarización y lineamientos para el aseguramiento. La flexibilidad mide la capacidad de adaptación de la producción a las exigencias del mercado; se pueden mencionar varias dimensiones como: flexibilidad del producto, flexibilidad de innovación y flexibilidad en volumen. El plazo de entrega posee dos dimensiones; la rapidez o velocidad y confiabilidad. La rapidez se refiera al tiempo transcurrido desde que el cliente realiza el pedido hasta que la

empresa entrega el producto y la confiabilidad se da cuando cumplen los compromisos de entrega del producto en el tiempo acordado.

Una de las principales estrategias para lograr una producción sostenible consiste en minimizar la contaminación para que la empresa sea vista como competitiva cuando se realice la comparación con otras que ofrezcan el mismo producto.

Las industrias se pueden clasificar por niveles de acuerdo a su desarrollo medioambiental:

Nivel 1: Tecnologías para reparar. Instalación de maquinaria y equipos donde se controla la contaminación ambiental generada por la empresa.

Nivel 2: Lograr certificaciones. Mediante la norma ISO 14001: 2004 actualmente establecida para la revisión del cumplimiento sobre la calidad ambiental; abordando criterios sobre los impactos de una empresa.

Nivel 3: Evitar la contaminación. Se realizan diferentes actividades como el reemplazo de materiales, reciclaje o nuevas tecnologías para lograr reducir las emisiones y afluentes contaminados.

Nivel 4: Innovar en procesos y productos ambientales. Utilizar como fuente de innovación y competitividad la ecología, siendo un elemento de calidad en la gestión; la meta es no generar ningún tipo de contaminantes y ofrecer los mejores productos amigables con el medio ambiente (Fernández, Avella, & Fernández, 2006).

6. La logística inversa y su relación con el medio ambiente

6.1 Logística inversa y logística verde

La Logística Inversa puede iniciar en alguno de los eslabones que conforman a la cadena de suministros, siendo generalmente en el eslabón final (el mercado) donde se inicia dicha práctica. La justificación para adoptar prácticas de Logística Inversa es que las empresas atiendan el fenómeno de la devolución de sus productos y/o de los embalajes de los mismos, independientemente del motivo que origina dicha devolución (económico, legal o social) (Reyes, Zavala, & Gálvez, 2008, pág. 95).

Las actividades empresariales son diversas en cada organización, por tal razón el diseño de logística inversa es aplicado según las características de la misma, por lo que el diseño es único para cada empresa.

Teniendo en cuenta lo anterior:

La logística verde es parte esencial en la logística y se calcula que a menudo es social y ambientalmente amigable, además de económicamente funcional. En la década de los 80', varias empresas estaban interesadas en el desarrollo de la logística verde, y el interés en el concepto multiplicado con el aumento de las preocupaciones del consumidor sobre cómo los productos han sido fabricados y entregados en el siglo XXI. Muchas empresas hoy se enorgullecen de sus políticas y prácticas respetuosas del medio ambiente. (Naranjo, 2015, pág. 2)

La logística verde se caracteriza por realizar actividades a favor del medio ambiente durante el desarrollo de la logística tradicional que va desde el productor hacia el consumidor; con la aplicación se pretende minimizar el impacto ambiental generado por el consumo de los

recursos naturales, esta tiene como objetivo realizar procesos como reutilización, rediseño, reciclaje y remanufactura.

Este tipo de logística debe convertir los objetivos de negocio en logros reales en donde se puedan discutir los temas y planes en todas sus áreas, para que su logística verde sea una realidad estratégica. Estas empresas deben mantener informada a la comunidad logística sobre los avances y últimas tendencias aplicadas; con el fin de educar la industria, facilitar nuevas asociaciones y los esfuerzos de renovación del medio ambiente se den a partir de la colaboración entre socios y competidores. (Naranjo, 2015)

Existe una relación entre logística verde y logística inversa puesto que la segunda realiza las actividades de la primera dentro de sus procesos; de esta manera se logra concluir que la logística verde hace parte de la logística inversa como un subproceso para la recuperación no solo del medio ambiente sino de factores sociales y económicos.

Las actividades y propósitos que se identifican en la Logística Verde son:

1. Medir los niveles del consumo de energía durante la transportación del producto con el propósito de reducir dichos consumos.
2. Similar al punto anterior respecto a la reducción de la contaminación del aire, del suelo, del agua y auditiva,
3. Se propone la reutilización de contenedores,
4. Se propone el reciclado de los embalajes o el material de los mismos,
5. Se busca el rediseño para minimizar el consumo de materiales tanto para el producto final como para su embalaje, y...
6. Promueven una disposición final de productos y embalajes en donde se pretende minimizar al máximo el impacto ambiental. (Reyes et al, 2008, pág. 94)

A continuación se muestran las funciones que realiza la logística verde dentro del proceso de logística inversa para lograr ser amigable con el medio ambiente y mejorar el rendimiento en las diferentes organizaciones.

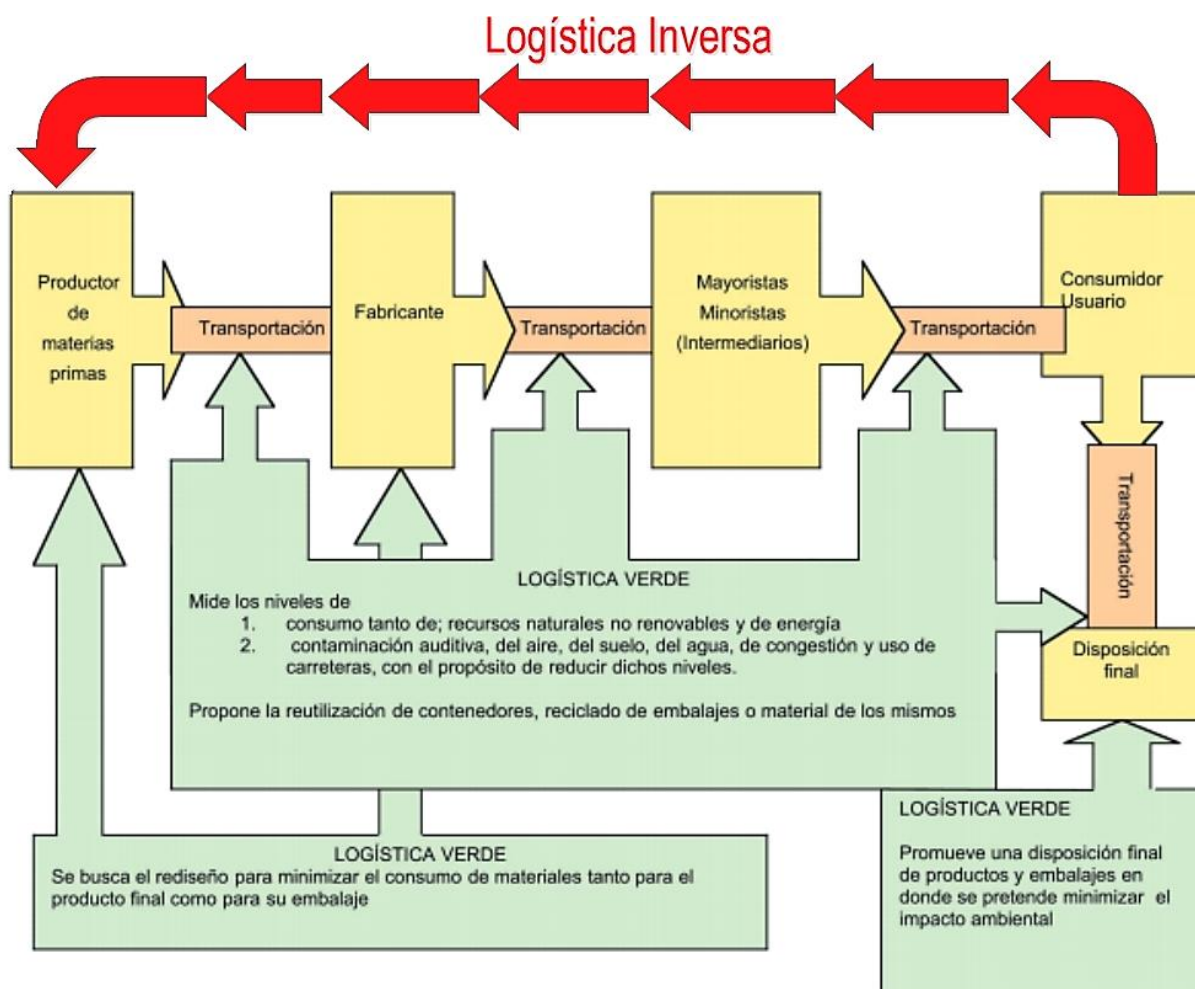


Figura 8. Logística verde y su relación con logística inversa

Fuente: Adaptado de Reyes et al, (2008)

Existen diferentes opciones para llevar a cabo una fabricación competitiva; entre ellas podemos destacar la eco-fabricación o también llamada fabricación verde, en donde se realiza la eliminación o reducción de los residuos que son generados durante el proceso, se minimiza el material o energía utilizado y se diseñan procesos menos contaminantes (Tamayo, García, & Ruiz, 2002).

7. Aplicación de logística inversa a RAEE a partir de la gestión integral y sostenible de residuos sólidos

Un residuo es un elemento el cual es rechazado después de realizar ciertas actividades porque se cree que no es posible seguir dándole uso; alguno de los residuos sólidos pueden ser reutilizados mediante una gestión integral adecuada.

El tratamiento tradicional de los residuos, no tenía en cuenta o no se preocupaba por la incidencia de los contaminantes. En la actualidad, existe una gran preocupación para el medio ambiente, con lo cual este tratamiento tradicional ha pasado a un modelo productivo y social limpio, en el que se minimiza la producción de residuos, bien disminuyendo su cuantía en origen el o bien mediante la aplicación de sistemas de tratamiento y recuperación. Todo esto se puede resumir en el principio de eficiencia: Producir más limpio es más rentable que limpiar. En la gestión de los residuos también deben contemplarse las técnicas de eliminación, los tratamientos y el almacenamiento de los residuos especiales en lugares adecuados y seguros. (Avendaño & Diaz, 2013, pág. 235)

La aplicación de logística inversa plantea la reutilización, remanufactura y el reciclaje para lograr aprovechar los productos fuera de uso, generar grandes ingresos y disminuir la contaminación y degradación del medio ambiente, la gestión adecuada de estos residuos es el objetivo principal en donde cada empresa se encarga de las devoluciones y recuperación de los residuos.

En el ámbito industrial, la logística inversa es utilizada como un medio para la gestión y recuperación de diferentes productos de sectores empresariales, tales como: el plástico (PET), vidrio (vidrio blanco, vidrio ámbar y vidrio verde), papeles/cartón, aluminio y metales no

ferrosos (latas de conservas, bebidas, desodorantes, entre otros) productos que puede ser objeto de reciclaje o reutilización en procesos de producción. (Gómez, Zuluaga, & Correa, 2014)

Según Peña et al. (2013) las cadenas de suministro están involucradas con la Gestión integral y sostenible de los residuos sólidos, pues se encargan de gestionar materias primas y entregar productos al consumidor final, siendo la logística inversa la estrategia para incorporar materiales que han disminuido o perdido su valor en el ciclo productivo.

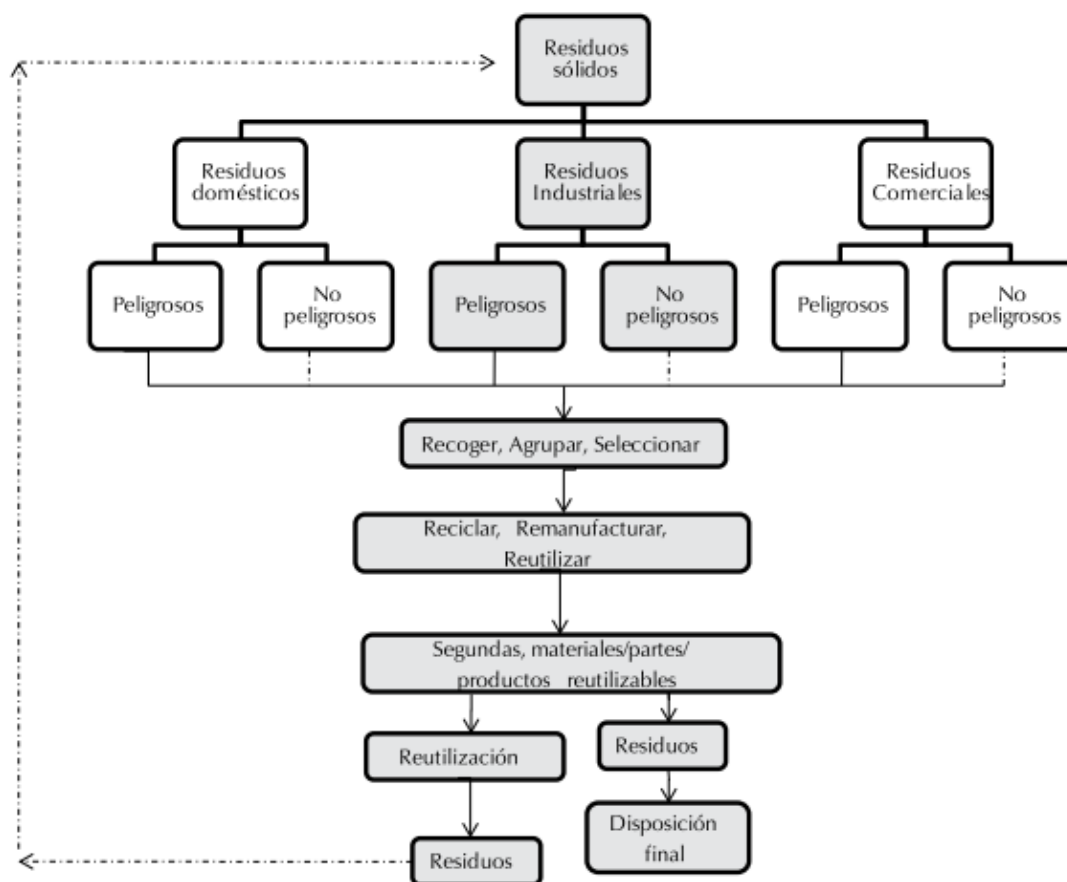


Figura 9. Integración de la logística inversa y la gestión de residuos sólidos

Fuente: Adaptado de Sun (2005) citado por Huang (2009)

En la figura anterior se muestra la integración de la logística inversa en la Gestión integral y sostenible de los residuos sólidos independiente de su origen, allí se mencionan los residuos industriales, residuos domésticos y residuos comerciales; identificando las actividades

que se pueden realizar a cada uno para lograr incorporarlos y darle un uso dependiendo de sus características.

El proceso de reciclado de RAEE se inicia con el desmantelamiento y separación rápida de los materiales, se realiza la separación de piezas y materiales según lo mencionado por Salcedo (2011).

- Material que contenga cobre: Motores de AEE, alambres, cables, yugos de tubos de rayos catódicos, tarjetas de circuitos, entre otros.
- Acero: Partes de impresora, cajas de alimentación, marcos internos de computadores, entre otros.
- Plástico: Carcasas de computadores, teclados, impresoras, lavadoras, neveras, entre otros.
- Placas de circuitos: Unidades de disco, monitores, impresoras, entre otras.

En Colombia la promoción de la gestión integral y sostenible de los residuos sólidos va desde la reducción en el proceso de producción y consumo, hasta el aprovechamiento o disposición final; esto se describe en la Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible (Colombia, 2010), en donde su objetivo es incentivar el cambio de patrones de consumo hasta la sostenibilidad del medio ambiente y generar competitividad a las empresas y bienestar a las personas (Peña et al, 2013).

También es importante mencionar que cada empresa establece las políticas en temas ambientales, estas deben tener presente la normatividad, es así como determinan la mejor forma de realizar la disposición final de los residuos generados, pues se debe tener en cuenta las características y los impactos; para este tipo de situaciones es recomendable implementar un Plan de Manejo Ambiental (PMA) en donde se realice el estudio de cada uno de los factores posibles a ocasionar daños al ambiente, de esta manera lograr prevenirlos, mitigarlos, compensarlos o

corregirlos, dentro de este se incluyen los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), en donde se dan los lineamientos establecidos por la política de Gestión Integral de Residuos Sólidos sobre cómo se debe realizar de forma adecuada la disposición final.

Según lo mencionado por White et al. (2003) (como se cita en Fernández et al. 2006, pág.14), el consumo de algunos productos como los electrónicos y de computación y su posterior eliminación debido a su corta vida útil es motivo de preocupación. La planificación medioambiental en los procesos de fabricación involucra mucho más de lo que se ha hecho hasta ahora, esto es, no basta con la mejora en los procesos de recuperación de productos y materiales, sino que se debe re priorizar el consumo y revisar las prácticas de manufactura con el fin elaborar productos de mayor duración y que puedan ser reusados. Estas medidas reducirían la demanda de materiales y energía en el proceso industrial, lo que finalmente traería como consecuencia una industrialización más sustentable.

7.1 Composición y características de los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE)

Actualmente se ha generado el interés sobre los componentes de los aparatos eléctricos y electrónicos, teniendo en cuenta los impactos al medio ambiente ocasionados por la inadecuada disposición final de los residuos; de estos RAEE se pueden recuperar gran parte de sus componentes, pues algunos son reutilizables, eso depende del tipo de aparato.

Según Böni (2011) los aparatos eléctricos y electrónicos se componen de:

Metales preciosos: (Ag, Au, Pd, otros)

Metales básicos (Cu, Al, Ni, Sn, Zn, Fe)

Metales de preocupación: (Hg, Be, Pb, Cd, As, Sb, Bi, otros)

Halógenos (Br, F, Cl, otros)

Plásticos (ABS, PC, PE, otros.)

También los AEE se componen de madera en algunos casos puede ser reutilizada para la producción de nuevos productos o con las características similares al que se recicla.

7.2 Panorama nacional

La industria colombiana ha aumentado en el área de tecnología, pues cada vez se ve la preocupación de las personas por innovar sus AEE, dándoles poco uso porque siempre quieren estar a la moda; por ejemplo tener el último celular, televisor, computador que sale al mercado; es allí donde se ve el incremento de los residuos de este tipo de aparatos, siendo el relleno sanitario el lugar de disposición final; es así como se convierten en residuos de alto impacto medio ambiental y potencialmente peligrosos para la salud de las personas, teniendo en cuenta sus componentes altamente tóxicos.

Los países en vía de desarrollo como Colombia, cuentan con una fuente de residuos de AEE en aumento que puede ser aprovechada para la recuperación de sus materiales, constituyendo así una oportunidad para la creación de un nuevo mercado; sin embargo, actualmente no existe suficiente infraestructura ni gente especializada para reciclar este tipo de residuos en el país. (Quintana & Tarazona, 2011, pág. 48)

Las empresas grandes son los casos más conocidos de implementación de logística inversa, teniendo en cuenta que estas poseen la capacidad financiera para llevar a cabo los procesos de recuperación de sus productos; estas empresas también se caracterizan por tener una política de gestión ambiental, donde se basan en el concepto de desarrollo sostenible (Monroy & Ahumada, 2006).

Según el estudio realizado por Monroy & Ahumada (2006) a seis empresas colombianas, existen varias razones por las que se implementa la logística inversa, principalmente son de tipo

económico y posterior de tipo ambiental en donde lo primordial es lograr recuperar materia prima.

De acuerdo con Monroy & Ahumada (2006) se pueden mencionar por orden los factores que llevan a la implementación de logística inversa en Colombia.

1. Económicos
2. Ambientales
3. Responsabilidad social
4. Recuperación de materias primas
5. Servicio al cliente
6. Imagen corporativa
7. Expansión en el mercado
8. Competencia

Algunas empresas han recibido asesoría extranjera cuando se trata de implementar procesos de reciclaje y remanufactura; entre estas se encuentran: Ofipaim es una empresa dedicada a la remanufactura de cartuchos y recibió asesoría sobre esta actividad, Mac es una empresa productora de baterías para autos y recibió asesoría americana para el proceso de reciclaje de las mismas (Monroy & Ahumada, 2006).

Actualmente en el país se recuperan materias primas mediante el reciclaje, después son llevadas al proceso de producción, donde se selecciona y se reincorpora para generar un nuevo producto; todo esto depende de la empresa encargada de la recolección y de los acuerdos establecidos con las diferentes industrias; se debe tener en cuenta la calidad del producto porque tiene que cumplir con los estándares de calidad requeridos.

En Colombia existe un grave problema social con los recicladores informales y bodegueros debido a que esta actividad no está regulada; el reciclaje se ha convertido en un trabajo marginal con serios problemas laborales. (Monroy & Ahumada, 2006). Es así como se ven afectados los procesos de logística inversa porque es difícil contratar con este tipo de personas, pues no se sabe la calidad y que tan contaminados se encuentran ciertos productos fuera de uso.

7.3 Panorama internacional

A partir de la Carta Mundial de la Naturaleza aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en el año 1980, surgió la necesidad de legislar y reglamentar el uso de los recursos naturales y protección de la humanidad.

La Unión Europea se caracteriza por tener un fuerte énfasis en su marco legislativo, protegiendo el medio ambiente y reduciendo los residuos. En Suiza se da un manejo diferente, pues el consumidor es el encargado de clasificar y los productores encargados del reciclaje y disposición final de los residuos; en este país los consumidores están obligados a devolver los aparatos eléctricos y electrónicos que han culminado su vida útil. Estados Unidos no posee una legislación propia para el manejo de los RAEE, sin embargo algunos estados han optado por implementar decretos y leyes para el adecuado manejo de los mismos. En Canadá para el año 2004 se aprobó la dirección nacional de principios para el manejo de productos eléctricos y electrónicos, contemplando la normatividad para los consumidores y fabricantes de productos (Quintana & Tarazona, 2011).

En términos generales el tema de logística inversa mediante la gestión adecuada de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a nivel internacional es un tema relativamente nuevo, en donde se evidencia el impacto ambiental que ocasiona el uso indiscriminado de estos

productos; sin embargo es necesario comenzar a reducir la contaminación desde los hogares y las empresas.

7.4 Normatividad sobre RAEE en Colombia

La gestión de los Residuos Sólidos en Colombia está contemplada en la Política Nacional para la Gestión de Residuos (Minambiente, 1998) cuyos objetivos son minimizar la cantidad de residuos generados, aumentar el aprovechamiento y mejorar los sistemas de eliminación, tratamiento y disposición final. (Peña et al, 2013).

En el año 2009, la senadora Claudia Rodríguez de Castellanos presenta el Proyecto de ley No 91, como iniciativa política en el tema de Residuos Eléctricos y Electrónicos. Este proyecto de ley pretende establecer los lineamientos para la elaboración de una política pública nacional que regule la clasificación, la producción, la comercialización, el tratamiento, el reciclaje y la disposición final de los RAEE generados en el territorio nacional y definir las responsabilidades extendidas del importador, productor, comercializador y generador de este tipo de residuos. (Quintana & Tarazona, 2011, pág. 79)

En el año 2010 mediante el proyecto de ley No 17 se retoma el tema sobre la gestión de los RAEE; para el año 2013 se aprueba el proyecto de ley No 1672 del 19 de Julio, por el cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y se dictan otras disposiciones (Congreso de la Republica de Colombia, 2013).

7.5 Clasificación según la unión Europea

La unión Europea clasifica de forma general los AEE en diez grupos como se mencionan a continuación:

- Electrodomésticos de gran tamaño: neveras, congeladores, lavadoras y lavavajillas.
- Electrodomésticos de pequeño tamaño: Aspiradoras, planchas y secadores de pelo.
- Aparatos de telecomunicación: Computadores, impresoras, fotocopiadoras, faxes y teléfonos.
- Aparatos de consumo: Radio, televisores, cámaras fotográficas y celulares.
- Aparatos ligeros: Luminarias, tubos fluorescentes y lámparas de descarga.
- Herramientas eléctricas y electrónicas: Taladros, máquinas de coser y sierras.
- Juguetes: Video juegos, coches eléctricos y consolas de video.
- Aparatos médicos: Aparatos de radioterapia, diálisis y cardiología.
- Instrumentos de medida y control: Termostatos, detectores de humo o reguladores de calor.
- Máquinas dispensadoras automáticas: Máquinas dispensadoras de bebidas calientes, botellas, latas o productos sólidos (Quintana & Tarazona, 2011).

Esta clasificación es fácil de comprender en el momento de realizar la identificación con determinado aparato.

7.6 Clasificación según la producción, comercialización y consumo

Esta clasificación es más reducida que la anterior, pues no se enfoca en sus características particulares sino que realiza una distribución global mediante líneas de colores.

- Línea blanca: Son los electrodomésticos relacionados con el lavado, frío, cocción y el confort; por ejemplo: lavadoras, secadoras, neveras, cocinas, entre otros.

- Línea marrón: Aparatos de consumo como por ejemplo televisores, radios, equipos de sonidos y DVD.
- Línea gris: Equipos utilizados en las tecnologías de la información y comunicación; por ejemplo: celulares, teléfonos, tabletas, computadores, fax, impresoras y fotocopiadoras (Quintana & Tarazona, 2011).

7.7 Impactos negativos de los RAEE

Los impactos negativos se dan cuando se realizan prácticas inadecuadas para el reciclaje de estos residuos; a continuación se describen algunas: (Salcedo, 2011).

7.7.1 Incineración no controlada.

Esta actividad se realiza a fuego abierto y a temperaturas bajas; este material incinerado produce cenizas que afectan la atmósfera y la salud de las personas generando principalmente enfermedades respiratorias, cáncer, problemas en los ojos, entre otros.

7.7.2 Residuos enviados al relleno sanitario.

En muchas ocasiones las personas no tienen conocimiento sobre lo grave que es dar disposición de los RAEE en un relleno sanitario; estos residuos contienen sustancias tóxicas que afectan los recursos naturales como el agua y el suelo, disminuyendo la disponibilidad de los mismos y causando alteraciones al planeta, un ejemplo claro es la contaminación en las aguas superficiales y subterráneas debido a los lixiviados generados.

7.7.3 Reciclaje informal.

Este tipo de reciclaje es el que se observa comúnmente, pues realizan una separación primaria en donde las personas involucradas no conocen el peligro que asumen al desensamblar los RAEE para intentar recuperar los componentes, siendo una problemática social en varios países como India y China en donde algunas personas conviven entre los desechos, es así como

se exponen a contraer enfermedades ocasionadas por las sustancias contenidas dentro de ellos por ejemplo: mercurio (Hg), berilio (Be), plomo(Pb), entre otros.

7.8 Empresas nacionales que dan manejo a los RAEE.

La recuperación de los RAEE en Colombia se da a partir de la necesidad por disminuir la contaminación generada; existen varias empresas en el país, encargadas de realizar este tipo de recolección; estas empresas deben contar con licencia ambiental de acuerdo a lo establecido en el Decreto 2041 de 2014 en donde menciona que La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) otorgará o negará de manera privativa la licencia ambiental para proyectos, obras o actividades como: “La construcción y operación de instalaciones cuyo objeto sea el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento (recuperación/reciclado) y/o disposición final de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) y de residuos de pilas y/o acumuladores” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014, pág. 13). También existen negocios informales en donde se lleva a cabo esta actividad en donde los trabajadores son expuestos a diferentes peligros por no dar cumplimiento a la normatividad establecida.

A continuación en la **Tabla 3** se mencionarán algunas de las empresas que dan manejo a los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Colombia.

Tabla 3. *Empresas en Colombia que dan manejo a los RAEE.* (Fuente: Adaptado de Salcedo, 2011)

Empresa	Descripción
Lito S.A.	Es una organización dedicada a la gestión integral de excedentes industriales y residuos peligrosos, manejo adecuado y disposición final de los RAEE; esta empresa cuenta con varias sedes a nivel nacional en las principales ciudades de Colombia, Medellín, Bogotá, Cali, Barranquilla y Bucaramanga, esta empresa tiene un programa llamado Puntos Verdes Lito, en donde se pretende que los ciudadanos y las empresas reduzcan la contaminación por medio de la adecuada disposición final de los residuos, es así como las personas entregan sus productos fuera de uso y acumulan puntos que se podrán redimir en apoyo a fundaciones sociales de todo el país y de esta manera reducir el impacto ocasionado (Lito, 2014).

Continuación Tabla 3

Ecyling S.A.S.	Empresa encargada de implementar estrategias para la disposición segura de los RAEE, realiza actividades de acopio, aprovechamiento y reciclaje a los componentes de los residuos electrónicos. La empresa se encuentra ubicada en Medellín, en la zona industrial de Guayabal y cuenta con una cobertura a nivel nacional (Ecylingcolombia, s.f.).
Gaia Vitare.	Es una compañía dedicada al manejo integral de residuos especiales y peligrosos entre ellos los eléctricos y electrónicos; se encuentra ubicada en la ciudad de Bogotá y tiene varias sedes a nivel nacional (Gómez I. , s.f.).
Belmont Trading.	Empresa encargada de acopio y exportación de RAEE, tratando de forma adecuada los residuos para reutilizarlos y minimizar el impacto ambiental generado, su sede principal en Colombia se encuentra en la ciudad de Bogotá, se caracteriza por ser el primer gestor ambiental en Ecuador, Perú, Chile y Venezuela al lanzar las campañas de reciclaje de equipos celulares con operadores y fabricantes, en cada uno de estos países desde 2007 (BelmontTrading, 2016).
C.I. Recyclables S.A.S.	Es una empresa dedicada al manejo, comercialización y disposición final de excedentes industriales y residuos peligrosos, se encuentra ubicada en la ciudad de Cartagena y ofrece servicios de: <ul style="list-style-type: none"> • Comercialización, procesamiento y manejo integral de RAEE. • Destrucción de información (Discos Duros, Cds, etc.). • Disposición final de residuos especiales. • Certificación de disposición final, destrucción y/o eliminación (Recyclables, s.f.).
ASEI Ltda.	Empresa encargada de acopio y despiece de RAEE, se encuentra ubicada en la ciudad de Medellín y ofrecen servicios de recolección de chatarra electrónica, tratamiento de luminaria, biorremediación, servicios a hospitales y sector salud, residuos peligrosos de industria, entre otros (Asei, 2013).
EcoCómputo	Es un colectivo de empresas encargado de la recolección de los RAEE, como respuesta a la iniciativa del Gobierno Nacional en impulsar la responsabilidad social empresarial y una gestión adecuada de los residuos en Colombia. Las empresas que lo conforman cumplen con la Resolución 1512 de 2010, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), que vigila la recolección selectiva y gestión ambiental de computadores y residuos periféricos, actualmente cuenta con un cubrimiento en las ciudades de Barranquilla, Bogotá, Cali y Medellín (Ecocómputo, s.f.).

8. Casos de aplicación de la logística inversa

8.1 Aplicaciones a nivel nacional

Herramientas como la logística inversa sirven de apoyo a la competitividad de las empresas, puesto que empiezan a pensar en la importancia de estrechar las relaciones con sus clientes finales y sus proveedores. De esta forma, se hace posible que estos encuentren en los desechos una forma de generar valor agregado y que en Colombia se originen empresas interesadas en implementar este tipo de procesos dentro de su cadena de valor como eje de competitividad. (Cely, 2013, pág. 121)

Existen diferentes empresas en Colombia que aplican la logística inversa, recuperando materiales para producir nuevos productos, siendo un factor esencial de competitividad no solamente económica, sino ambiental, teniendo en cuenta que los consumidores finales cada día son más exigentes en cuanto a la producción limpia, pues deben ocasionar el menor impacto posible y de esta manera aumentar la disponibilidad de los recursos naturales (Cely, 2013).

Según el estudio realizado por Monroy & Ahumada estos son algunos ejemplos:

- MAC S.A: Empresa productora de baterías para autos, aplica el proceso de logística inversa desde 1990, reciclando baterías propias y de la competencia que han sido desechadas para recuperar materiales como plomo y polipropileno.
- Ofipaim: Empresa encargada de remanufacturar cartuchos de impresión, realiza un proceso de logística inversa externa porque el producto es recuperado y reutilizado por una empresa diferente a la que los fabrica.
- Alianza entre Tetra Pak Colombia, RIO y Cartonal: Se encargan de reutilizar el material que produce Tetra Pack para producir madera sintética llamada Ecoplak y la empresa Cartonal se encarga de reutilizar el material para fabricar cartón gris.

- Michelin Colombia/Icollantas: Empresa que ofrece el servicio de reencauche de llantas radiales, en donde se recuperan, se remanufacturan y se entrega al cliente.

Actualmente varias empresas cumplen con la responsabilidad medioambiental donde incorporaron la estrategia de logística inversa mediante el Compromiso Empresarial para el Reciclaje (Cempre), en donde se promueven practicas adecuadas en la cadena de reciclaje y manejo de los residuos sólidos para diferentes empresas en las que se encuentran Alpina, Bavaria, Carrefour, CocaCola, Colanta, Aceros Diaco, Fundación Santa Fe de Bogotá, Tetra Pack y Unilever. También promueven el reciclaje posconsumo y aplican la teoría de las 3R (reducir, reutilizar y reciclar) (Cely, 2013).

Según Gómez (2010), existen varias campañas en Colombia encargadas de gestionar adecuadamente los residuos, por ejemplo:

- La campaña “Recicla tu móvil o celular y comunícate con la tierra”: Inició en el año 2007 a partir de un convenio realizado por los operadores de comunicación móvil , en donde el objetivo principal es la implementación de prácticas adecuadas para los residuos posconsumo dependiendo de la actividad económica que desarrolle cada empresa; algunas de las que hacen parte de esta campaña son: Claro (antes Comcel), Colombia Móvil (Tigo), Avantel, la Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones (CCIT), la Asociación de la Industria Celular de Colombia (Asocel) y Nokia como fabricante.

El Decreto 4741 de 2005 en el capítulo IV, Artículo 20°, establece que los residuos o desechos peligrosos de: Plaguicidas en desuso, sus envases o empaques y los embalajes, fármacos o medicamentos y baterías usadas plomo-ácido; estarán sujetos a un Plan de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo para su retorno a la cadena de producción importación-

distribución-comercialización, estos planes requieren de licencia ambiental otorgada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial, 2005).

Los fabricantes o importadores de estos residuos o desechos mencionados anteriormente deben presentar el Plan de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo ante el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; este debe contener un conjunto de reglas, acciones, procedimientos y medios dispuestos para facilitar la devolución y acopio de productos post-consumo, lo anterior es necesario para el aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final controlada. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial, 2005, pág. 2).

- Campaña piloto de recolección de computadores en desuso: Tiene que ver con las empresas a nivel nacional que dan manejo a los RAEE mencionadas anteriormente, pues busca incentivar a las personas a realizar una entrega adecuada de los productos que han terminado su ciclo de vida, lo cual busca proteger el medio ambiente y generar impactos positivos de tipo social en la educación.

8.2 Aplicaciones a nivel internacional

En el ámbito internacional se han integrado conceptos de logística inversa sobre procesos como el aprovisionamiento medioambiental responsable y la gestión de calidad medioambiental total, con los cuales se implican las relaciones con la plantilla, la orientación hacia los clientes, la mejora continua, el programa de cero defectos, el análisis del ciclo de vida de los productos y el marketing medioambiental. (Cely, 2013, pág. 123)

Las empresas que llevan a cabo la aplicación de logística inversa son diversas, teniendo en cuenta que se ha convertido en un tema de responsabilidad ambiental y social, cuyo enfoque principal es cumplir con la normatividad y generar competitividad. Algunos ejemplos son:

- Xerox: Es el proveedor más grande del mundo de fotocopiadoras de tóner y sus accesorios, es reconocida a nivel mundial por realizar actividades de reciclaje y remanufactura de sus productos, reutilizando aproximadamente el 90% de los equipos fabricados y el 70% de los cartuchos son reciclados. La empresa cuenta con varios programas de reciclaje de productos, de suministros y programa de devolución, haciéndola cada vez más eficiente (Cely, 2013).
- Cisco: Es una empresa multinacional que se realiza actividades de fabricación, venta, consultoría y mantenimiento de equipos de telecomunicaciones, aplican la logística inversa mediante el retorno de los productos de sus clientes y distribuidores, con el objetivo de recuperarlos y redistribuirlos; estos conducen a reducir los costos, satisfacer al cliente y promover la conciencia ciudadana (Gómez, 2010).
- Microsoft: Esta empresa busca mediante la logística inversa implementar estrategias organizacionales para mejorar la eficiencia del procesamiento de las devoluciones de los retails o almacenes de cadena. Para lograr la gestión adecuada contrata a Micro Logistics quien ha desarrollado una tecnología de información y comunicación (TIC) y es la encargada del soporte de procesos sobre la disposición de productos y gastos de devoluciones de Microsoft.

CONCLUSIONES

Se realizó una descripción del estado del arte de la logística inversa como estrategia ambiental aplicada a residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, logrando concluir que esta se ha convertido en una herramienta eficiente para la preservación de los recursos naturales, que trae consigo grandes beneficios económicos y sociales; en donde prima la decisión de las organizaciones por cumplir no solo la normatividad ambiental, sino por generar competitividad, pues muchas empresas se han dado a conocer por su producción amigable o sostenible.

A través de la revisión bibliográfica se evidenció que el tema económico es el factor principal por el cual las empresas deciden implementar la logística inversa, seguido del tema ambiental, cuyo objetivo principal es recuperar materia prima; aunque es un tema incierto porque se da la incertidumbre sobre la cantidad, calidad, tiempo y lugar de los procesos de recuperación, por tal razón se debe llevar un excelente control del inventario.

La responsabilidad social empresarial se ha convertido en el tercer factor importante, la cual busca generar beneficios sociales, ambientales y económicos. Las organizaciones se encargan de realizar diferentes prácticas para cumplir con cada uno de los objetivos como adquirir responsabilidad financiera, certificarse en la norma ISO 14001:2004, cumplir con las normas de seguridad, utilizar prácticas de producción más limpia, tener en cuenta los derechos humanos y la comunidad.

La gestión integral y sostenible de los residuos sólidos es una aplicación de la logística inversa, por la cual se da el aprovechamiento y/o tratamiento para la recuperación de partes o componentes de los mismos, esto con el fin de reincorporarlos al ciclo productivo, por medio de actividades de reutilización, remanufactura y reciclaje. La recuperación económica es la

alternativa existente más apropiada para el aprovechamiento de los componentes de productos eléctricos y electrónicos que culminan su ciclo de vida.

Según Salcedo (2011), los impactos negativos generados por los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos se dan cuando se realizan prácticas inadecuadas para el reciclaje de los mismos, como la incineración no controlada, la disposición en rellenos sanitarios y el reciclaje informal, debido al alto potencial de daño de sus componentes, dejando como resultado el deterioro de recursos naturales como el suelo, el agua, la atmosfera, entre otros.

Actualmente existen varias empresas a nivel nacional e internacional que se encargan del manejo adecuado de los RAEE mediante la aplicación de logística inversa; aunque este concepto es relativamente nuevo en Colombia, algunas empresas la han aplicado con asesoría internacional para procesos de reciclaje y remanufactura.

RECOMENDACIONES

Antes de implementar la logística inversa, la empresa debe realizar una investigación previa sobre las políticas establecidas que permitan enterarse de las condiciones y metas a cumplir.

Es de vital importancia que las empresas apliquen procesos de logística inversa teniendo en cuenta el agotamiento de los recursos naturales. Las diferentes estrategias a implementar generarán grandes beneficios no solo económicos sino ambientales y sociales, en donde podrán incrementar la competitividad y así lograr el éxito de la empresa.

Se debe manejar cuidadosamente el tema del pos devoluciones, pues es donde más se cometen errores, debido a las incertidumbres que generan el manejo, aprovechamiento, tratamiento y disposición final, de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

La gestión integral de los residuos es responsabilidad de todos (generador, fabricante o importador, transportador y receptor), ya que a partir de la fuente es donde se puede lograr reducir los impactos generados; en especial por residuos peligrosos clasificados por corrientes; como, por ejemplo, los desechos de riesgo biológico e infeccioso (hospitalarios), desechos de riesgo químico, en los cuales se encuentran los desechos de plaguicidas, desechos radioactivos, entre otros. Esto se puede lograr solo si se cumple con la Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial, 2005), la cual concluye que, mediante la promoción e implementación de estrategias de producción más limpia, se podría disminuir la cantidad de residuos generados y se daría un manejo adecuado sin afectar los recursos naturales.

BIBLIOGRAFIA

- Antún, J. (2004). *Logística inversa*. México. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=QiMErWD75KgC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Arroyo, P., Villanueva, M., Gaytan, J., & Garcia, M. (2012). Simulación de la tasa de reciclaje de productos electrónicos Un modelo de dinámica de sistemas para la red de logística inversa. *Contaduría y Administración*, 9-41. Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0186104214712422>
- Asei. (2013). *Asei*. Obtenido de <http://asei.com.co/>
- Avendaño, G., & Diaz, J. (2013). Sistema de gestión de la logística inversa en el sector de la refrigeración en la ciudad de Bogotá. *ONTARE*, 215-241. Obtenido de https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwinhcnci8jKAhXBlx4KHRXtBJ0QFghbMAg&url=http%3A%2F%2Fjournal.ean.edu.co%2Findex.php%2FRevistao%2Farticle%2Fdownload%2F1229%2F1194&usg=AFQjCNEqcZraY6SdaY-iLqh9d1_bt2
- Ballesteros, D., & Ballesteros, P. (2006). Importancia de la logística inversa en el recaste de medio ambiente. *redalyc*, 7. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/849/84903754/index.html>
- BelmontTrading. (2016). *Belmont Trading Colombia*. Obtenido de <http://www.belmont-trading.com/co.aspx>
- Böni, H. (11 de Marzo de 2011). *Estado de arte de la investigación respecto a RAEE*. Obtenido de Centro Nacional de Producción Mas Limpia:

- <http://www.cnpml.org/images/stories/CONTENIDO/MEMORIAS/Memorias-SeminarioRAEE/1-EstadoDelArteInvestigacionSobreRAEE.pdf>
- Bustos, C. (2015). La logística inversa como fuente de producción sostenible. *Actualidad Contable Faces*, 7-32. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25739666002>
- Carter, C., & Ellram, L. (1998). Reverse logistics: A review of the literature and framework for future investigation. *Journal of business logistics*, 85.
- Castán, J., López, J., & Núñez, A. (2012). *La logística en la empresa: un área estratégica para alcanzar ventajas competitivas*. Larousse - Ediciones Pirámide. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2068/lib/unadsp/reader.action?docID=11059626>
- Cely, A. (2013). Importancia de la logística inversa para un desarrollo sostenible en Colombia. *Gestión & Sociedad*, 113-126. Obtenido de <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/gS/article/viewFile/2840/2382>
- Chopral, S., & Meindl, P. (2008). *Administración de la Cadena de Suministro. Estrategia, planeación y operación*. Editorial Pearson.
- Colombia. (2010). Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible. En V. y. Ministerio de Ambiente. Bogotá D.C.
- Congreso de la Republica de Colombia. (19 de Julio de 2013). Ley 1672, 19 Julio 2013. Colombia. Obtenido de <http://www.andi.com.co/RelNor/Documents/Ley%201672%20de%202013.pdf>
- Cure, L., Meza, J., & Amaya, R. (2006). Logística Inversa: una herramienta de apoyo a la competitividad de las organizaciones. *Ingeniería & Desarrollo*, 184-202. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85202013>

- Dekker, R., Fleischmann, M., Inderfurth, K., & van Wassenhove. (2004). *Reverse Logistics: Quantitative Models for Closed-Loop Supply Chains*. Berlín: Springer.
- Don, D., & Doldan, J. (2010). *Universidad de Palermo*. Obtenido de http://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2012/cyt/numero10/10N_ISEU_CyT14.pdf
- Ecocómputo. (s.f.). *Ecocómputo*. Obtenido de <http://www.ecocomputo.com/>
- Ecyclingcolombia. (s.f.). *Ecyclingcolombia*. Obtenido de <http://www.ecyclingcolombia.com/>
- Fernández, E., Avella, L., & Fernández, M. (2006). *Estrategia de producción*. Madrid: McGraw Hill.
- Fernández, I. (2005). *Análisis de la logística inversa en el entorno empresarial. Una aproximación cualitativa*. España: Ediuno - Universidad de Oviedo. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2068/lib/unadsp/reader.action?docID=10098433>
- Ferrel, O., Geoffrey, H., Ramos, L., Adriaenséns, M., & Flores, M. (2004). *Introducción a los Negocios en un Mundo Cambiante* (Cuarta ed.). Mc Graw Hill.
- Flórez, L., Toro, E., & Granada, M. (2012). Diseño de redes de logística inversa: una revisión del estado del arte y aplicación práctica. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 153-177. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-81702012000200009&lang=es
- García, A. (2006). Recomendaciones táctico-operativas para implementar un programa de logística inversa: estudio de caso en la industria del reciclaje. B - EUMED. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2068/lib/unadsp/reader.action?docID=10566099>
- Giraldo, J. A. (2008). Utilización de la Teoría de la Logística Inversa, en el reciclaje, sustitución y re-uso de materiales y la disposición de desperdicios. *Vol 2, No 4 (2008)*, 4. Obtenido de

<http://revistas.unab.edu.co/index.php?journal=opciones&page=article&op=view&path%5B%5D=949&path%5B%5D=926>

Gómez, I. (s.f.). *Gaia Vitare*. Obtenido de <http://www.gaiavitare.com/>

Gómez, R. (2010). Logística inversa un proceso de impacto ambiental y productividad. *Producción+Limpia*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-04552010000200006&script=sci_arttext

Gómez, R., Correa, A., & Vásquez, L. (2012). Logística inversa, un enfoque con responsabilidad social empresarial. *Criterio Libre*, 143-158. Obtenido de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3966836>

Gómez, R., Zuluaga, A., & Correa, A. (2014). Propuesta de sistema de logística inversa para el sector hospitalario: un enfoque teórico y práctico en Colombia. *Ing. USBMed*, 35-52.

Huang, J. (2009). Contextualisation of Closed-Loop Supply Chains for Sustainable Development in the Chinese Metal Industry. Inglaterra.

Lara, J. (2008). Reducir, Reutilizar, Reciclar. *Elementos: Ciencia y cultura*, 45-48. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/294/29406907.pdf>

Lito. (2014). *Gestión integral de excedentes industriales y residuos peligrosos*. Obtenido de <http://www.litoltda.com/>

Mihi, A. (2007). Nuevos beneficios de la logística inversa para empresas europeas y colombianas. *Universidad & Empresa*, 6(12), 48-61. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=187217411005>

Minambiente, M. D. (1998). Política Nacional para la Gestión de los Residuos Sólidos. Bogotá.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (15 de Octubre de 2014). Decreto Número 2041. Colombia. Obtenido de

<https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/34->

[DECRETO%202041%20DEL%2015%20DE%20OCTUBRE%20DE%202014.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/34-DECRETO%202041%20DEL%2015%20DE%20OCTUBRE%20DE%202014.pdf)

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial. (30 de Diciembre de 2005). Decreto

Número 4741 de 2005. Colombia. Obtenido de

http://www.andi.com.co/es/PC/SobProANDI/Documentos%20Sobre%20Procultivos%20ANDI/Decreto4741_2005_residuos_peligrosos.pdf

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial. (Diciembre de 2005). Política

Ambiental Para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos. Colombia.

Obtenido de

https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/Politica_Residuos_peligrosos.pdf

Monroy, N., & Ahumada, M. (2006). Logística Reversa: "Retos para la Ingeniería Industrial".

Revista de Ingeniería, 23-33. Obtenido de

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932006000100003&lang=es

Naranjo, R. (2015). *Datateca UNAD*. Obtenido de

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/104005/2015-2/LOGISTICA_VERDE.pdf

Navas, M. (2014). *Operaciones auxiliares de mantenimiento de sistemas microinformaticos*.

Ediciones Rodio. Obtenido de

<https://books.google.com.co/books?id=tEVbBgAAQBAJ&pg=PA135&dq=#v=onepage&q&f=false>

Pardavé, W. (2007). *Estrategias ambientales de las 3R a las 10R.: Reordenar, Reformular,*

Reducir, Reutilizar, Refabricar, Reciclar, Revalorizar energéticamente, Rediseñar,

- Recompensar, Renovar.* Ecoe Ediciones. Obtenido de https://books.google.com.co/books?id=0RmzzcdKo04C&printsec=frontcover&source=gs_bse_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Peña, C., Torres, P., Vidal, C., & Marmolejo, L. (2013). La logística de reversa y su relación con la gestión integral y sostenible de residuos sólidos en sectores productivos. *Entramado*, 226-238. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-38032013000100015&lang=es
- Quintana, C., & Tarazona, L. (2011). *Repositorio UIS*. Obtenido de <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/3501/2/139154.pdf>
- Recyclables, C. (s.f.). *C.I Reciclables S.A.S*. Obtenido de <http://www.recyclables.com.co/>
- Restrepo, L., Estrada, S., & Ballesteros, P. (2010). Planeación estratégica logística para un holding empresarial. *Scientia et Technica Año XVI*, 90-95.
- Reyes, V., Zavala, D., & Gálvez, J. (2008). Una revisión del proceso de la logística inversa y su relación con la logística verde. *Revista Ingeniería Industrial*, 85-98. Obtenido de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5010389>
- Rogers, D., & Tibben-Lembke, R. (1999). *Reverse Logistics Trends and Practices*. Reverse Logistics Executive Council.
- Rubio, S. (5 de Mayo de 2003). *Servicio de Bibliotecas, Universidad de Extremadura*. Obtenido de <http://biblioteca.unex.es/tesis/8477236135.PDF>
- Salcedo, J. (2011). Investigación del proceso de reciclaje de aparatos electro-electronicos RAEE para equipos de oficina, utilizando tecnologías de producción mas limpia, transformando residuos en recursos aplicables en el desarrollo de una familia de objetos corporativos p.

Bucaramanga, Santander, Colombia. Obtenido de
<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/5566/2/139042.pdf>

Tamayo, U., García, J., & Ruiz, V. (2002). La logística inversa como fuente de ventajas competitivas. *BOLETIN ECONOMICO DE ICE* N° 2742, 1-12.

Trebilcock, B. (2002). *Warehousing management: Return to sender*. Radnor.